ELEKTROMANN

Von Dr. Wilhelm Fröhlich

Mehr als 130 elektrische Versuche mit wirkungsvollen Modellen für Jungen und Mädchen

A

kosmos

FRANCKH VERLAG STUTTGART LEHRSPIELZEUG

ELEKTROMANN

Mehr als 130 elektrische Versuche für Jungen und Mädchen

wie z. B. Verkehrsampel, Alarmanlage für Einbruchsicherung, Mikrofon, Telefon, Morsegerät, Klingel, Meßgeräte, verschiedene Motoren und vieles andere.

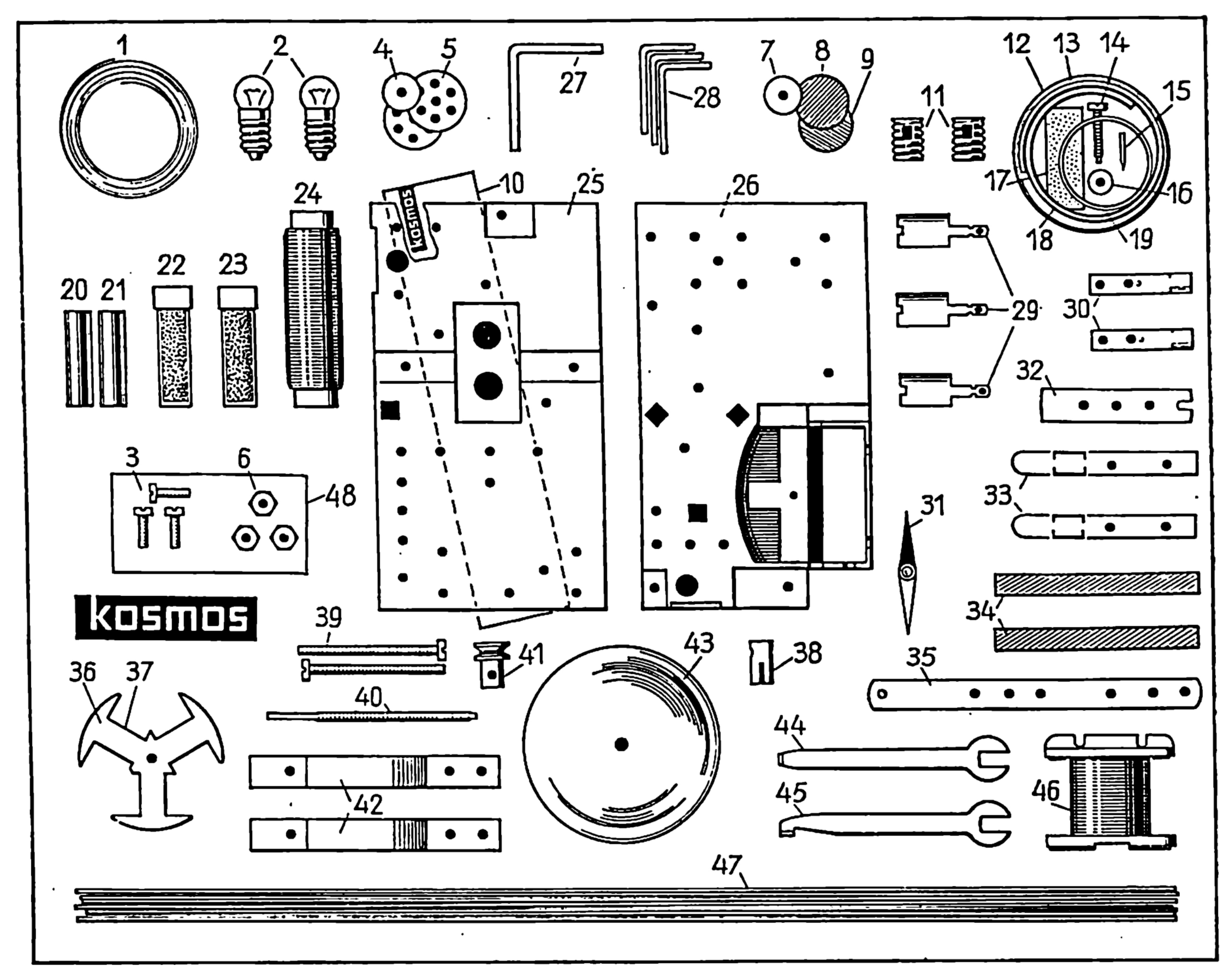
Zum Experimentieren wird lediglich noch eine gewöhnliche flache Taschenlampenbatterie 4,5 Volt (z. B. Daimon Nr. 215 oder Varta-Pertrix Nr. 201) benötigt, die dem Kasten wegen ihrer begrenzten Lagerfähigkeit nicht beigegeben ist.

Von Dr. h. c. WILHELM FRÖHLICH

36. Auflage



FRANCKH VERLAG STUTTGART



	Teil	Best.-Nr.
1	Papierband	60—5625.7
2	2 Glühlämpchen 3,5 V / 0,2 A	je 60—0901.8
3	23 Zylinderschrauben M 3×10*)	
4	Zentrierscheibe	60—5132.3
5	2 Lamellenhalter	je 60—5133.3
6	41 Sechskantmuttern*)	
7	Membranscheibe (Gummi)	60—4101.7
8	Signalfolie rot	60—8103.7
9	Signalfolie grün	60—8104.7
10	Kunststoffstreifen	60—8650.7
11	2 Gewindehülsen	je 60—4111.8
12	bis 19 Dose komplett, Inhalt:	60—0050.2
	12 Aluminiumdose (Unterteil)	
	13 Eisendeckel	
	14 Kontaktschraube	
	15 Lagernadel	
	16 8 Pappscheiben	
	17 Schleifpapier	
	18 20 cm Isolierschlauch	
	19 Gummiband	
20	Stabmagnet	60—1123.7
21	Eisenkern	60—1125.7
22	Plastikflasche mit Mikrofongrieß Deckel rot	60—0052.2
23	Plastikflasche mit Eisenfeilspänen Deckel blau	60—0053.2
24	Wicklungsdraht auf Rolle	60—0034.2
*)	in Beutel 48	

	Teil	Best.-Nr.
25	Grundplatte	60—8375.7
26	Galvanometerplatte	60—8376.7
27	Jochschenkel	60—1203.7
28	3 Haltewinkel	je 60—1207.7
29	3 Kollektorlamellen	je 60—2613.3
30	2 Schleiffedern	je 60—2612.3
31	Kompaßnadel	60—0001.6
32	Ankereisen	60—1201.7
33	2 Schalterfedern	je 60—2628.3
34	2 Eisenblechstreifen	je 60—1601.3
35	Ankerfeder mit Silberkontakt	62—1116.2
36	2 Deckpappen für Anker	je 60- 5235.7
37	9 Ankerbleche	je 60—1625.7
38	Klemmkörper	60—2133.7
39	2 Langschrauben	60—2005.8
40	Motorwelle	60—2101.7
41	Schnurlaufrolle	60—2134.7
42	2 Poleisen	je 60—1202.7
43	Glockenschale	60—1102.7
44	Gabelschlüssel mit geradem Schraubenzieher	60—4301.8
45	Gabelschlüssel mit Winkelschraubenzieher	60—4302.8
46	Spule	60—0051.2
47	Bündel Verbindungsdraht	60—4114.2
48	Beutel E mit Schrauben und Muttern	62—1105.2
	Ausschneidetafel	62—1149.7
	Experimentierbuch	62—1161.6

In Verlust geratene Teile können beim örtlichen Fachhandel oder direkt vom Verlag nachbezogen werden — von letzterem jedoch nur bei einer Auftragshöhe ab DM 5,—.
Bei Ersatzteilbestellungen bitte stets die Bestell-Nr. angeben bzw. Bestellschein verwenden.
Im Zuge der Modernisierung der Fabrikationsmethoden kann sich die äußere Form der oben abgebildeten Einzelteile ändern. Der Inhalt der Fächer entspricht jedoch der Aufstellung.

Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart, 1973 / Konstruktion und Textbearbeitung: KOSMOS-Entwicklungslabor. Zeichnungen von F. Nebehosteny, R. Misliwietz und Werbestudio Stuttgart / LH 7 be / Printed in Germany / Imprimé en Allemagne / Druck: Buchdruckerei Eugen Heinz, Stuttgart.

K O S M O S - L E H R S P I E L Z E U G

ELEKTROMANN

Ein Blick in Elektromanns Labor!

ELEKTROMANN heißt dein neuer Freund! Er will dir bei vielen interessanten Versuchen helfen und hat darum gleich alles mitgebracht, was du dabei brauchst und nicht selbst machen kannst.

Du mußt die Versuche aber alle der Reihe nach durchführen, sonst kann es sein, daß sie dir nicht gelingen. Wenn du etwa einen Versuch aus der Mitte heraus machen willst, sind bestimmt in anderen Versuchen vorher Handgriffe gezeigt worden, ohne deren Kennnis die späteren Versuche nicht gelingen können. Elektromann hat sich nämlich einen besonderen Weg ausgedacht, um dich in die Welt der Elektrotechnik einzuführen.

Deine Freunde werden dich beneiden; denn du wirst einen Morseapparat, einen Summer, eine elektrische Klingel, verschiedene Motoren und zum Schluß sogar ein Telefon bauen.

Du wirst diese schönen Apparate aber nicht nur selbst bauen, sondern auch verstehen, wie sie funktionieren. Sogar ein elektrisches Zauberkunststück kannst du deinen Freunden vorführen.

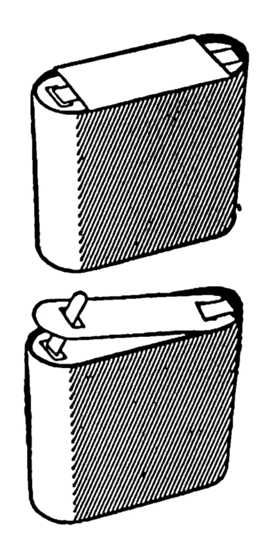
Es läßt sich gar nicht mit kurzen Worten sagen, was du alles in diesen 143 Kapiteln an interessanten Experimenten finden wirst, deshalb wollen wir gleich anfangen.

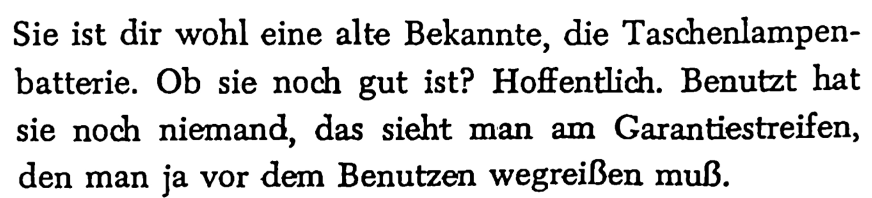
Wenn einmal etwas nicht gleich geht, lies die Anleitung erst noch einmal ruhig Wort für Wort durch. Meist ist dann etwas beim schnellen Lesen übersehen worden. Die Versuche haben nämlich schon viele Jungen vor dir gemacht; deshalb gelingen diese Versuche bestimmt alle.

Der Kasten selbst ist so eingerichtet, daß du beim Einräumen nicht alle Versuchsaufbauten wieder ganz zerlegen mußt: Anker, Galvanometer, Spulenanschlüsse, Lämpchenfassungen und die in eine Platte eingesetzte Batterie lassen sich z. B. montiert in den Kasten zurücklegen.

Wenn vergessen wurde, die Batterie gleich zusammen mit dem Kasten zu besorgen, brauchst du nicht traurig zu sein; in diesem Fall kannst du ausnahmsweise mit den Experimenten ab Kapitel 25 beginnen. Für die Versuche, die in den Kapiteln 25 bis 56 beschrieben sind, brauchst du nämlich keine Batterie. Bis du dann bei Kapitel 56 angelangt bist, ist sicher schon eine Batterie zur Stelle (es muß eine flache Taschenlampenbatterie 4,5 Volt sein, z. B. Daimon Nr. 215 oder Varta-Pertrix Nr. 201), und du kannst die ersten Versuche nachholen.

1. Die Batterie wird hergerichtet

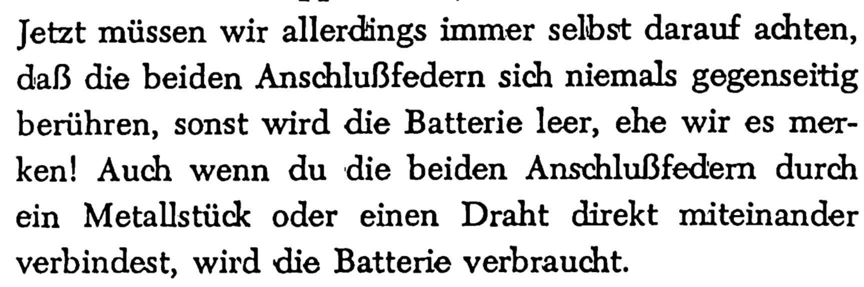




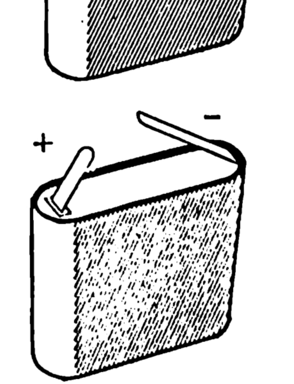
Sie ist dir wohl eine alte Bekannte, die Taschenlampenbatterie. Ob sie noch gut ist? Hoffentlich. Benutzt hat sie noch niemand, das sieht man am Garantiestreifen, den man ja vor dem Benutzen wegreißen muß.

Wir wollen die Batterie gleich in Gebrauch nehmen, also weg mit dem Papierstreifen! Jetzt sehen wir die beiden Metall-Anschlußfedern. Zwischen ihnen ist aber noch ein Pappstreifen eingeklemmt, der dafür sorgt, daß sie sich nicht berühren können. Auch er muß entfernt werden!

Wir biegen dazu die kurze Feder hoch und nehmen den Pappstreifen heraus. (Bei den Batterien mit Kunststoffmantel fehlt der Pappstreifen.)



Jetzt müssen wir allerdings immer selbst darauf achten, daß die beiden Anschlußfedern sich niemals gegenseitig berühren, sonst wird die Batterie leer, ehe wir es merken! Auch wenn du die beiden Anschlußfedern durch ein Metallstück oder einen Draht direkt miteinander verbindest, wird die Batterie verbraucht.



Die beiden Anschlußfedern nennen wir die beiden Pole der Batterie, und zwar heißt die kurze Feder Pluspol und die lange Feder Minuspol. Der Pluspol wird durch ein Kreuz (+) gekennzeichnet, der Minuspol durch einen Strich (—), wenn wir eine Schaltung aufzeichnen wollen.

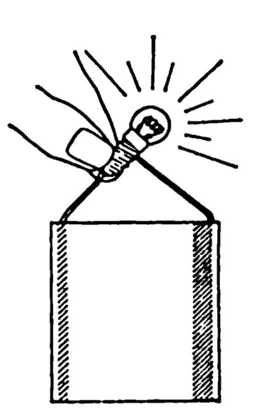
2. Die Zungenprobe

Aber wenn die Batterie auch noch nicht gebraucht ist, könnte sie durch zu langes Lagern verdorben sein. Die meisten Batterien halten nur ein Jahr. Wir können sie mit unserer Zunge prüfen, wenn wir diese zwischen die etwas aufgebogenen Metallfedern halten. Pfui, wie das widerlich schmeckt! Zwar ist dies ein Zeichen, daß die Batterie noch Strom abgeben kann. Ob er aber ausreicht, das Lämpchen zum Leuchten zu bringen, können wir mit der Zunge nicht mehr unterscheiden.

3. Das Lämpchen leuchtet

Wir wollen der Batterie Gelegenheit geben zu beweisen, was sie kann! Ein kleines Glühlämpchen 2 ist auch schon da. Es wird entsprechend der Abbildung an die

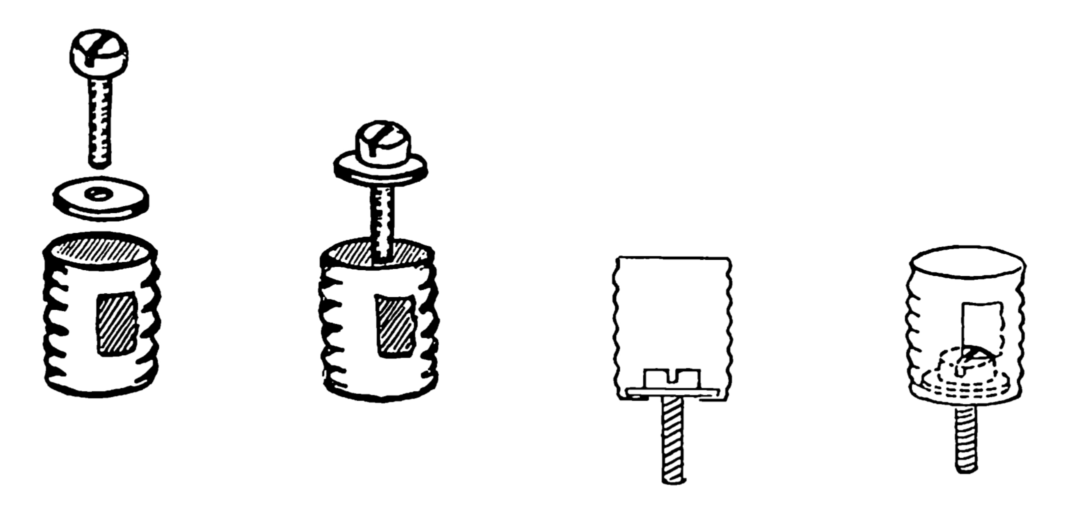
Batterie gehalten, also das Bodenplättchen des Glühlämpchens an die kurze Batteriefeder und sein Gewinde an die lange Batteriefeder. Wir freuen uns, wie strahlend hell es leuchtet.



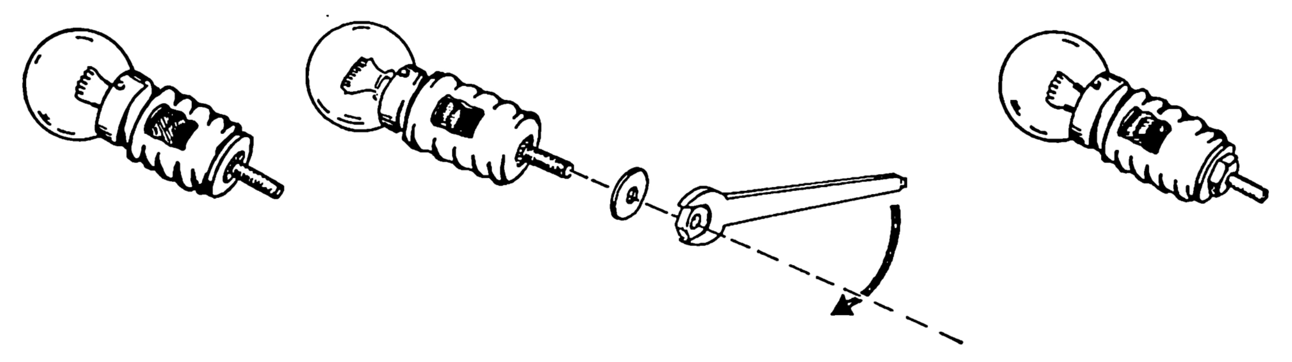
Natürlich ist es unbequem, das Glühlämpchen immer mit der Hand zu halten. Deshalb wollen wir uns jetzt eine Lämpchenfassung zusammenbauen.

4. Eine Lämpchenfassung

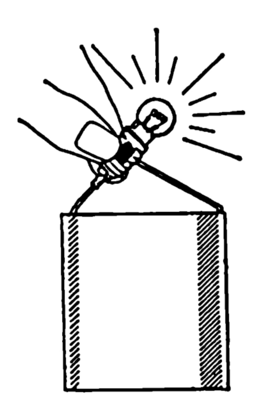
Eine Zylinderschraube 3, eine Pappscheibe 16 und eine Gewindehülse 11 werden so zusammengesteckt, wie die Abbildung es zeigt. Beim Herausnehmen der Pappscheiben aus der Aluminiumdose mit Eisendeckel geben wir besonders acht, daß nicht etwa die Lagernadel 15 oder die Kontaktschraube 14 verlorengehen; denn die brauchen wir noch zu vielen interessanten Versuchen!



Jetzt schrauben wir das Glühlämpchen 2 lose ein. Wir müssen zunächst noch die Schraube zurechtrücken, so daß sie hinten genau in der Mitte aus der Gewindehülse heraussteht. Sie darf nämlich den Rand der Gewindehülse nirgends berühren. Dann drehen wir das Glühlämpchen fest.



Damit unsere Fassung nicht auseinanderfällt, wenn wir das Glühlämpchen herausschrauben oder zum Einklemmen eines Anschlußdrahtes lockern wollen, setzen wir hinten auf den Schraubenstiel noch eine Pappscheibe 16 und darauf schrauben wir dann eine Sechskantmutter 6. Diese Mutter ziehen wir mit dem Gabelschlüssel 44 fest. Dieser Gabelschlüssel hat an der anderen Seite noch einen geradeauslaufenden Schraubenzieher, den wir später noch brauchen.

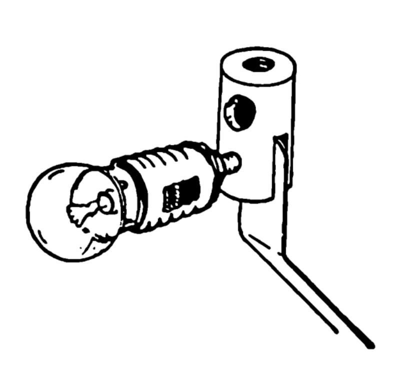


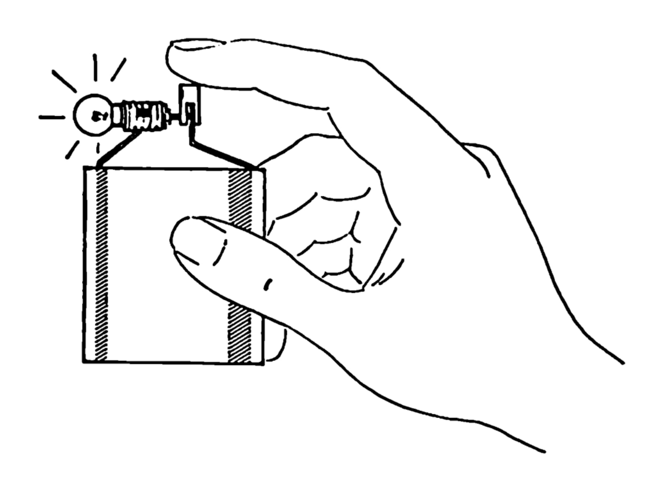
Jetzt müssen wir das Glühlämpchen nochmals festziehen; denn durch das Anziehen der Sechskantmutter wurden die Pappscheiben zusammengedrückt, und das Glühlämpchen sitzt daher nicht mehr fest.

Jetzt halten wir einmal das Glühlämpchen mit seiner Fassung an die Batterie, um festzustellen, ob wir alles richtig gemacht haben und das Lämpchen auch brennt.

5. Immer zum Leuchten bereit

Wie wäre es, wenn du nun das Lämpchen gleich an der langen Feder der Batterie festmachtest? Du biegst dazu die lange Anschlußfeder mit ihrem Ende etwas hoch. Das Lämpchen schrauben wir mit seinem Stiel in ein Querloch mit Gewinde des Klemmkörpers 38 ein. Den Schlitz des Klemmkörpers stecken wir dann auf das Ende

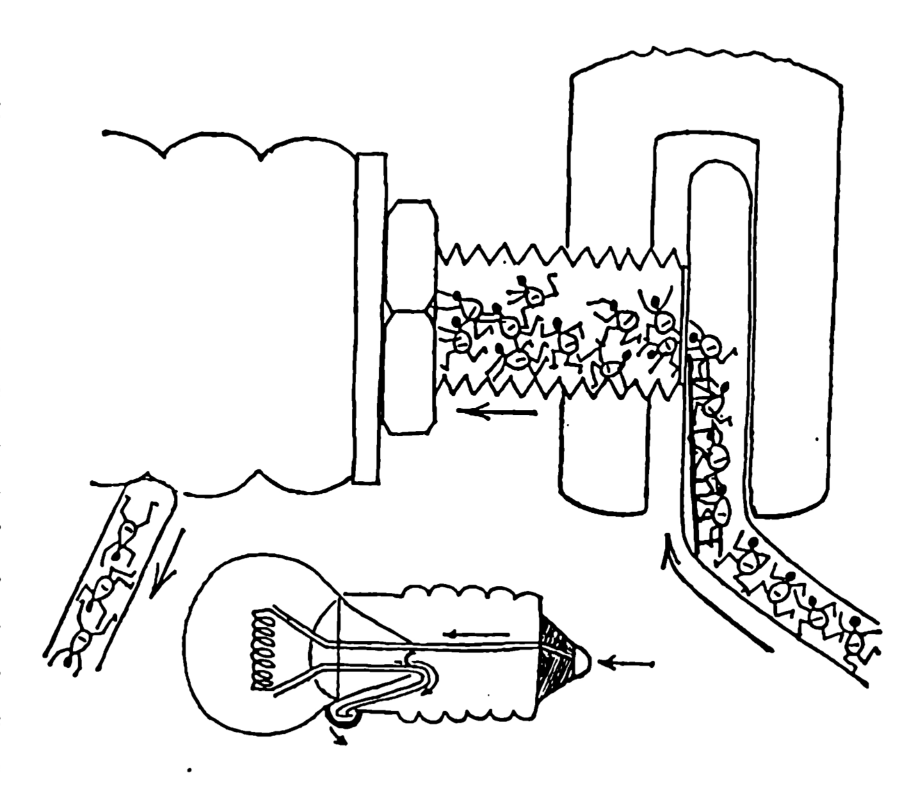




der langen Anschlußfeder der Batterie und schrauben den Stiel des Lämpchens so weit hinein, daß der Klemmkörper auf der Anschlußfeder fest hält. Nun brauchst du nur mit dem Finger draufzudrücken und schon brennt das Lämpchen, sobald die Gewindehülse die kurze Anschlußfeder berührt.

Damit hättest du fast eine richtige Taschenlampe, ich würde dir aber nicht raten, sie in die Tasche zu stecken. Sie könnte darin von selbst zu leuchten anfangen und das würde dir nicht viel nützen. Und denke immer daran: Du darfst die beiden Blechstreifen der Batterie niemals unmittelbar aufeinanderdrücken, sonst ist in wenigen Minuten aller Strom verbraucht.

6. Der Stromkreis



Das Lämpchen bildet mit der Batterie einen Stromkreis. Die winzigen Elektrizitätsteilchen, die so klein sind, daß sie sich im Innern des Drahtes und sonstiger Metallteile bewegen können, heißen Elektronen. Sie kommen aus dem Minuspol der Batterie heraus und gelangen durch die lange Anschlußfeder zum Klemmkörper. Dann klettern sie über die Schraube in die Lampenfassung. Vom Bodenplättchen des Lämpchens, das auf einem kleinen Glasisolator sitzt, gehen sie über den Mitteldraht in den luftleer gepumpten Glaskolben, durch den sie der Weg über den Glühdraht führt. Dieser dünne Glühdraht des Lämpchens setzt ihrer Wanderung einigen Widerstand entgegen, und die Elektronen müssen sich anstrengen, diesen Widerstand zu überwinden. Dabei gibt es ein solches Gedränge im engen Glühdraht, daß dieser heiß wird und glüht.

Wäre im Lämpchen Luft, würde der Glühdraht augenblicks verbrennen. Deshalb ist ein Lämpchen mit gesprungenem Glas nicht mehr zu gebrauchen. So aber verdampft er nur unmerklich und hält sehr lange. Wenn wir zuviel Strom hindurchlassen, schmilzt er allerdings — wir sagen, er brennt durch. Unsere Batterie paßt aber genau zum Lämpchen und liefert Strom in richtiger Menge.

Über die Gewindehülse kehren dann die Elektronen in die Batterie zurück. Dabei nehmen sie den Weg über die kurze Anschlußfeder, also den Pluspol der Batterie.

Du wirst schon gemerkt haben, daß man eine gemeinsame Wanderung vieler Elektronen „elektrischen Strom“ nennt.

7. Geheimnisvolle Lichtzeichen



In den Ferien an der See hast du vielleicht einmal gesehen, wie zwei Schiffe Lichtzeichen austauschten. Sie haben dazu Scheinwerfer, die sie immer aufblitzen lassen.

Unsere Lampe eignet sich ebenfalls vorzüglich als Lichtzeichenblinkgerät.

Wenn dein Freund gegenüber wohnt, kannst du mit ihm Lichtzeichen vereinbaren.



8. Verbindungsleitungen

Das Schönste am elektrischen Licht ist, daß man es von weitem, z. B. vom Bett aus anzünden kann und dazu nicht aufzustehen braucht. Das geht natürlich nur, wenn Batterie und Lämpchen mit Leitungen verbunden werden und zwar mit Hinleitung und Rückleitung; denn der Strom fließt nur dann irgendwohin, um Nützliches zu vollbringen, wenn er den Rückweg schon von Anfang an vorbereitet findet. Auf einen einzelnen Draht getraut er sich nicht hinaus.

Aus Abschnitt 6 wissen wir, daß sich Elektronen im Metall bewegen können. Deshalb ist unser Verbindungsdraht 47 aus Kupfer. Er ist aber noch mit einer dicken, roten Kunststoffschicht umhüllt, der Isolation. Die Elektronen sollen nicht auf Seitenwege abzweigen können, wenn die Verbindungsleitung zufällig von anderen Metallteilen berührt wird.

Damit die Elektronen überhaupt in den Kupferdraht hinein- und am anderen Ende wieder hinausgelangen können, muß diese Kunststoffschicht an den Enden aller Leitungen ein Stück lang entfernt sein. Der Fachmann spricht von „abisolierten Enden“. Wir wollen zunächst drei Verbindungsleitungen herrichten, die wir in den folgenden Versuchen immer wieder brauchen werden, nämlich zwei „lange Leitungen“ und eine „mittellange Leitung“.

Anmerkung: Da die Verbindungsleitungen beim Abisolieren leicht beschädigt werden können, hat ELEKTROMANN eine eigene Vorrichtung bei sich, mit der du Drähte abisolieren kannst, ohne eine Beschädigung oder einen Bruch der abisolierten Enden befürchten

zu müssen. Mit dieser Vorrichtung kannst du außerdem auch Drähte und Isolierschlauch abschneiden. Der Isolierschlauch 18 läßt sich sogar ohne vorheriges Abmessen in genau zentimeterlange Stücke schneiden, wie du sie in Abschnitt 11 für die Schlauchstecker brauchst. Wie du diese Drahtschneide- und Abisolierzange aus den Poleisen 42 zusammenbauen kannst, ist am Schluß dieses Anleitungsbuches von Abschnitt 140 ab genau beschrieben.

Herrichten der beiden „langen Leitungen“:

Für die beiden „langen Leitungen“ benutzen wir je einen der 38 cm langen Verbindungsdrähte 47. Diese Verbindungsdrähte sind — wie die folgende Abbildung links zeigt — an beiden Enden je 12 mm lang abisoliert. Je ein Ende jeder der beiden langen Leitungen isolieren wir noch etwas weiter ab, so daß der blanke Draht dann 3 cm herausragt, wie es die nächste Abbildung rechts zeigt. Jede der beiden langen Leitungen ist dann also an einem Ende 12 mm, am anderen 3 cm lang abisoliert.

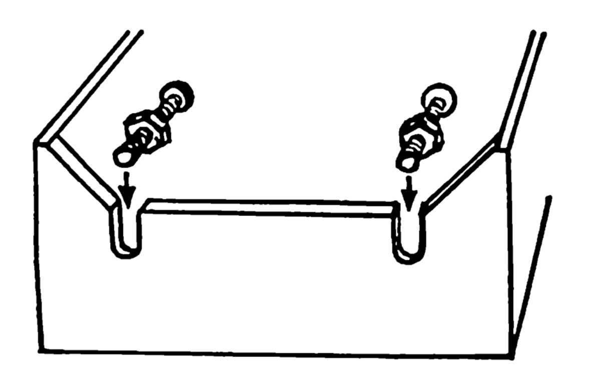


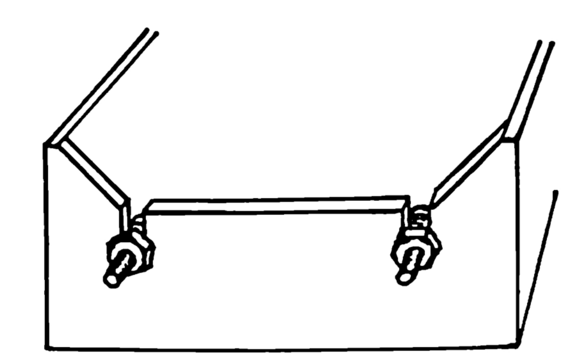
Herrichten der „mittellangen Leitung“:

Für die mittellange Leitung wird ein 22 cm langes Stück von einem Verbindungsdraht abgeschnitten. Die mittellange Leitung wird an beiden Enden je 3 cm abisoliert.

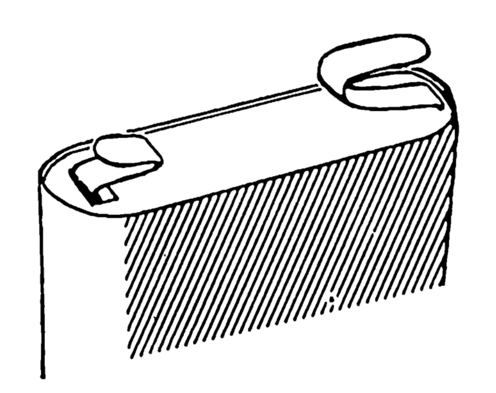
9. Feste Anschlüsse für die Batterie

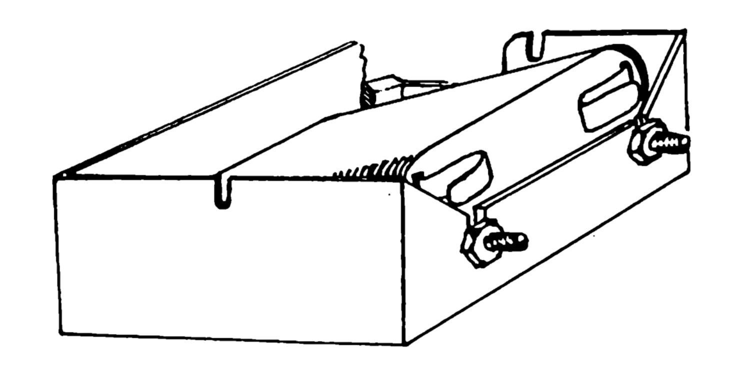
Die Batterie wird fest in die Galvanometerplatte 26 eingebaut. Dazu setzen wir zunächst zwei Zylinderschrauben, auf die wir schon je eine Mutter ein Stück weit aufgeschraubt haben, in die beiden Schlitze neben den Abschrägungen ein.





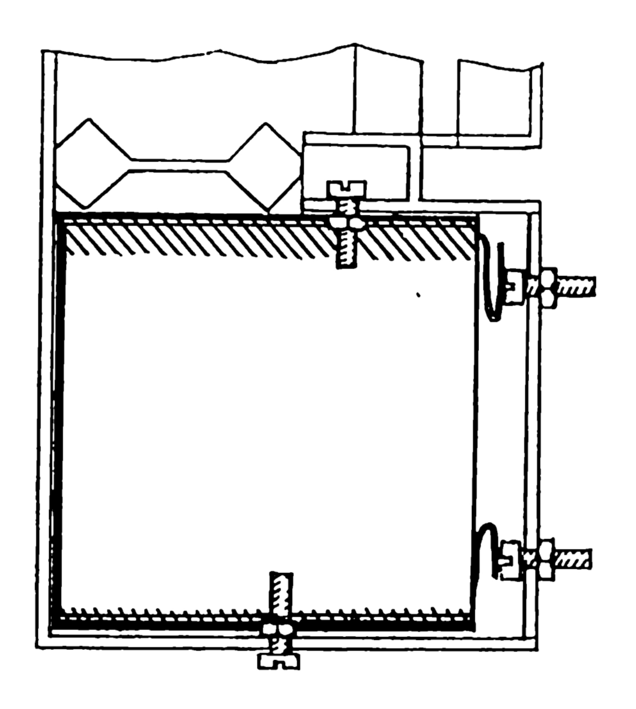
Die so eingesetzten Schrauben werden ganz in die Kehle der Ausnehmung hineingedrückt, wobei die Schraubenköpfe innen sind, die Schraubenstiele mit den Muttern außen am Galvanometerplatten-Gehäuse vorstehen. Dann werden die Muttern leicht angezogen.

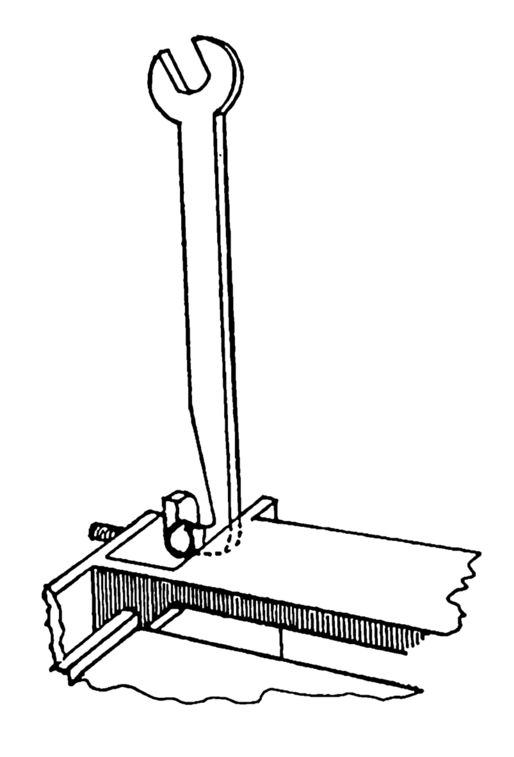




Nun wird die Batterie zum Einsetzen vorbereitet: Beide Anschlußfedern werden in ihrer Mitte zurückgebogen, wie es die Abbildung zeigt.
Dann setzen wir die Batterie in die Vertiefung der Galvanometerplatte ein. Die zurückgebogenen Anschlußfedern werden mit den Fingerspitzen hinter die Schraubenköpfe der Anschlußschrauben gedrückt, bis die Batterie ganz in der Vertiefung liegt. Wir überzeugen uns, daß die Batterie-Anschlußfedern auch wirklich fest gegen die Schraubenköpfe drücken, sonst geht nachher kein Versuch.
Damit die Batterie nicht wieder herausfallen kann, werden seitlich Befestigungsschrauben angebracht, wie auf der folgenden Abbildung zu sehen ist.
Zum Anbringen dieser Schrauben leistet der Winkelschraubenzieher am Gabelschlüssel 45 gute Dienste. Während er die Schraube festhält, deren Schlitz an einer sonst schlecht erreichbaren Stelle ist, können wir mit dem anderen Schlüssel die Mutter festziehen.
Soll die Batterie einmal herausgenommen werden, so lockern wir nur die Muttern der seitlichen Halteschrauben. Nachdem wir diese Halteschrauben mit den noch

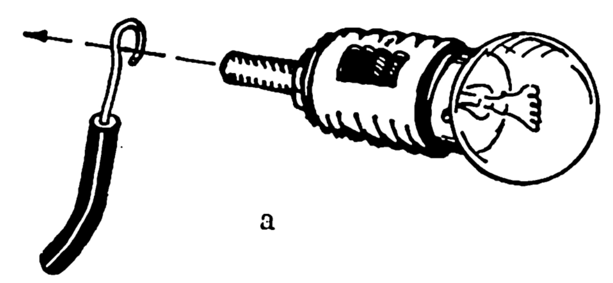
daraufsitzenden Muttern herausgenommen haben, fällt die Batterie nach unten heraus, wenn wir die Galvanometerplatte schütteln.





10. Das Lämpchen wird angeschlossen

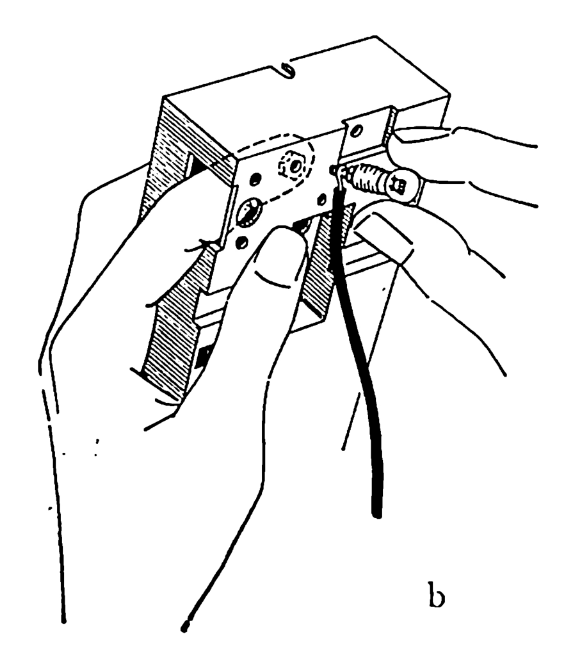
Wir biegen aus dem 12 mm lang abisolierten Ende einer langen Leitung eine Öse, die wir so über den Schraubenstiel des Lämpchens schieben, wie es Abbildung a zeigt.



a

Jetzt schrauben wir das Lämpchen in Loch 19 der Grundplatte 25 fest, wie es Abbildung b zeigt. Gleichzeitig wird dabei der Draht mit festgeklemmt, der die Verbindung mit dem Fassungsstiel herstellt (Abbildung c).

Um die zweite Anschlußleitung am Lämpchen befestigen zu können, lockern wir das Glühlämpchen etwas. Dann schieben wir in die oberste Gewinderille des Fensterchens das 12 mm lang abisolierte Ende der anderen langen Leitung einige Millimeter hinein wie auf



b

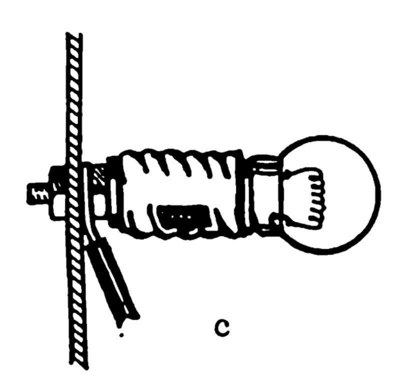
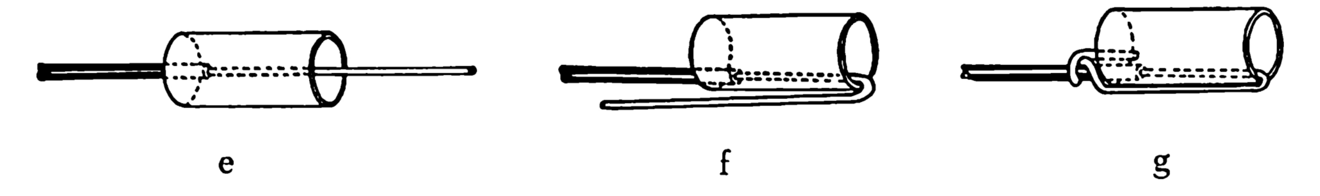

c

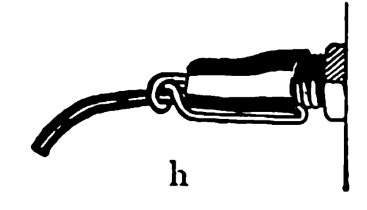
Abbildung d. Während wir das Lämpchen wieder festschrauben, halten wir den Draht, der ja gegen die Schraubrichtung eingeschoben ist, fest. Er soll nicht wieder herausrutschen, wenn wir das Lämpchen festschrauben. In dieser Befestigung hält er am besten.

d

11. Schlauchstecker

Zunächst schneiden wir ein 1 cm langes Stück vom Isolierschlauch 18 ab, wie in Abschnitt 143 beschrieben, und stecken es über das 3 cm lange abisolierte Ende der einen langen Leitung (Abbildung e). Dabei soll 1 mm der Isolation des Drahtes gerade noch in den Schlauch hineinragen.
Nun biegen wir den herausstehenden Teil des blanken Drahtes nach hinten (Abbildung f) und schlingen ihn einmal um die Isolation des Drahtes. Das dann noch wegstehende Ende wird so eingebogen, daß es in den Schlauch hineinragt und wir uns nicht daran stechen können (Abbildung g). Abbildung h zeigt, wie der Schlauchstecker auf die Batterie-Anschlußschraube gesteckt wird.


e f g


h

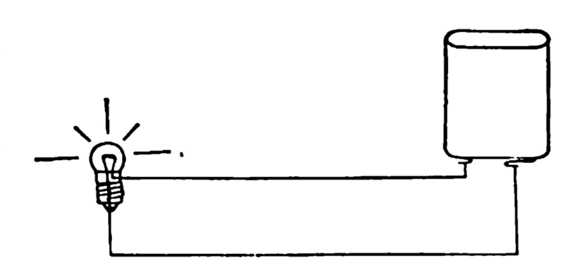
Wir versehen nun auch die andere lange Leitung mit einem solchen Schlauchstecker. Die mittellange Leitung bekommt an beiden Seiten einen Schlauchstecker, dann ist sie schon fertig, wenn wir sie später brauchen.

12. Des Stromes erste Reise

Wenn du jetzt die beiden langen Leitungen, die vom Lämpchen kommen, mit ihren Schlauchsteckern auf die Batterie-Anschlußschrauben steckst, leuchtet das Lämpchen, und so hat der Strom aus unserer Batterie mit deiner Hilfe seine erste kleine Leitungsreise gemacht.
Den Weg dieser Reise zeigt der Stromlaufplan. Er ist für Elektronen dasselbe wie eine Landkarte für Reisende. Im Gegensatz zu einer Ansicht des ganzen Versuchs-

aufbaues werden im Stromlaufplan alle Teile, die nicht direkt zum Weg des Stromes gehören, weggelassen.

Auch die Techniker brauchen für ihre großen Anlagen Stromlaufpläne; denn sie können ja nicht sehen, wohin die oft verdeckt liegenden Drähte führen. Wenn eine Anlage nicht geht, können sie den Fehler anhand des Stromlaufplanes leichter finden: Sie verfolgen die Leitungen von der Batterie aus so, wie die Elektronen in den Leitungen wandern, bis sie an die unterbrochene Stelle kommen. Ist der Fehler so nicht zu finden, prüfen sie die Einzelteile der Schaltung.

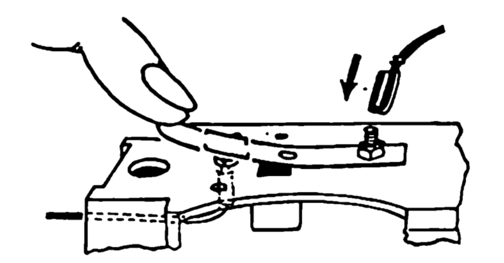


Auch du kannst so vorgehen. Das Lämpchen kannst du nach Versuch 3 prüfen. Die Batterie läßt sich auch mit dem anderen Lämpchen nach Versuch 3 prüfen. Die Lämpchenfassung prüfst du nach Versuch 4. Du wirst aber feststellen, daß die meisten Fehler gar nicht an den Einzelteilen liegen, sondern daran, daß die Anweisung beim Aufbau nicht sorgfältig befolgt wurde.

Das gilt besonders bei Versuchen, die du vielleicht gleich aus der Mitte des Anleitungsbuches heraus aufbauen willst. Oft sind nämlich in den vorhergehenden Versuchen Hinweise enthalten, die du dann nicht kennst, und der Versuch kann deshalb nicht gelingen. Wenn dir ein Versuch einmal nicht gleich gelingt, lies zuerst noch einmal die Anleitung sorgfältig durch, ob du auch nichts übersehen hast.

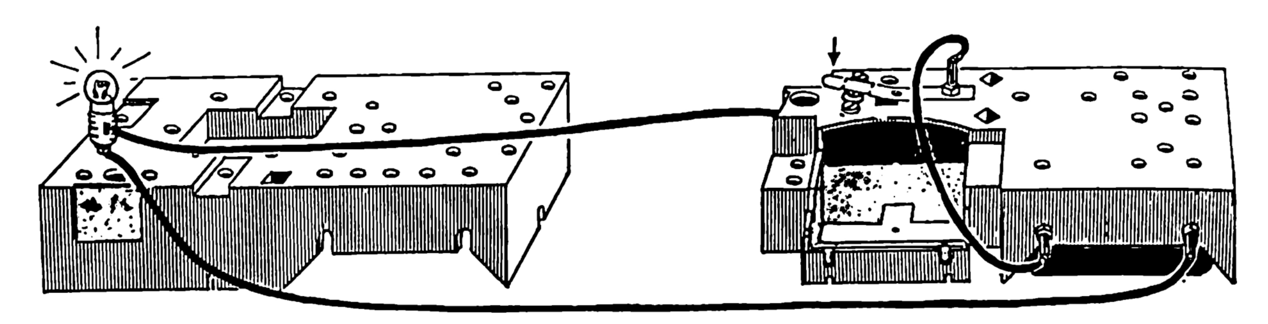
13. Ein einfacher Taster

Damit das Lämpchen nicht dauernd brennt, brauchen wir einen Taster. In der Abbildung ist gezeigt, wie die Schalterfeder 33 mit einer von unten durch das Loch 64 der Galvanometerplatte gesteckten Schraube festgeschraubt wird. Das freie Ende der Schalterfeder biegen wir leicht nach oben. Aus dem darunter liegenden Loch 62 ragt der Kopf der zweiten Schraube. Auf ihr an der Rückseite der Platte herausstehendes Ende wird zur Befestigung eine Mutter geschraubt.



Dann stecken wir den Schlauchstecker einer vom Lämpchen kommenden langen Leitung an, der zuvor auf einer Batterieanschlußschraube steckte. Wir führen ihn durch den seitlichen Durchbruch zum Stiel der Schraube in Loch 62. Die Abbildung zeigt, wie wir mit der „mittellangen Leitung“ aus Kapitel 11 die jetzt freie Batterie-

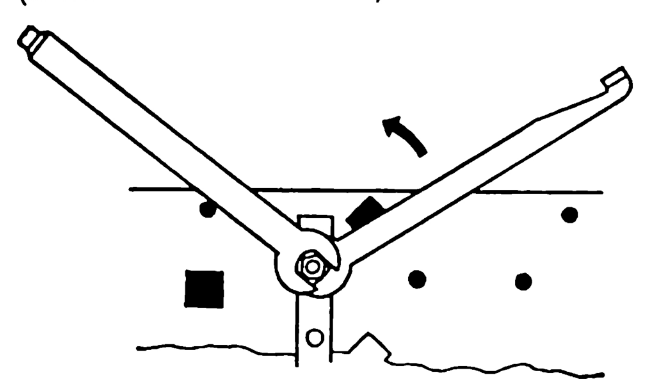
anschlußschraube mit der oben herausstehenden Halteschraube (Loch 64) des Tasters verbinden.



14. Ein Drehschalter

Mit deinem Taster leuchtet das Lämpchen nur so lange, wie du auf die Tasterfeder drückst. Soll das Lämpchen jedoch weiterbrennen, auch wenn du den Finger weggenommen hast, mußt du aus dem Taster einen Drehschalter bauen. Dazu mußt du die Schalterfeder weniger stark aufbiegen und die Befestigung etwas lockern, so daß du die Schalterfeder zur Seite drehen kannst, bis sie die Schraube nicht mehr berührt. Dann löscht die Lampe aus. Drehst du die Schalterfeder wieder zurück, so brennt das Lämpchen dauernd.

Um zu verhindern, daß sich die Haltemutter der Schalterfeder durch häufiges Schalten lockert, wenden wir einen Kunstgriff an: Wir drehen die Mutter mit den Fingern (nicht mit dem Schlüssel) wieder normal fest, schrauben eine zweite Mutter über die erste und drehen auch sie nur mit den Fingern fest. Wie es die Abbildung zeigt, halten wir dann die obere Mutter mit dem Schlüssel fest und drehen die untere Mutter mit dem anderen Gabelschlüssel in Pfeilrichtung (also gegen die Richtung, in der Uhrzeiger sich drehen).

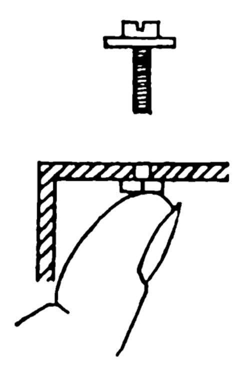


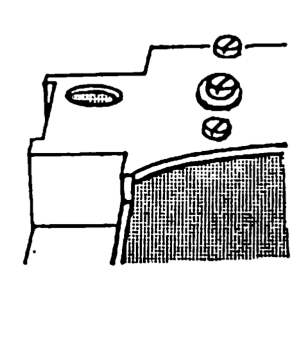
Wenn man zwei Muttern so auf einer beliebigen Stelle eines Schraubengewindes unverrückbar gegeneinander festzieht, nennt man das „kontern“. Diejenige Mutter, welche die andere festhält, heißt man dann „Kontermutter“.

Wir merken uns das gut; denn wir werden noch öfter Kontermuttern (Gegenmuttern) brauchen. Zum Lösen einer Kontermutter hält man die untere Mutter mit einem Schlüssel fest und öffnet die obere Mutter durch Bewegen ihres Schlüssels gegen die Drehrichtung des Uhrzeigers.

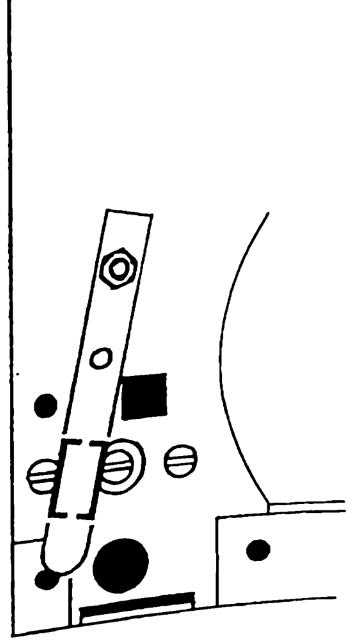
Wir können unseren Schalter aber noch weiter verbessern, so daß er zwei Stellungen hat, in denen er richtig einschnappt; eine „Ein“- und eine „Aus-Stellung“.

Dazu stecken wir eine Zylinderschraube 3 von oben in Loch 52, während wir von unten mit der Fingerkuppe eine Mutter dagegenhalten, in die wir die Schraube einschrauben. Auch in Loch 62 wird von oben eine Zylinderschraube eingeschraubt, auf die wir zuvor eine Pappscheibe 16 gesteckt haben. Die Abbildung zeigt die Montage der Schrauben. In Loch 72 wird wieder eine Schraube ohne Pappscheibe eingeschraubt.

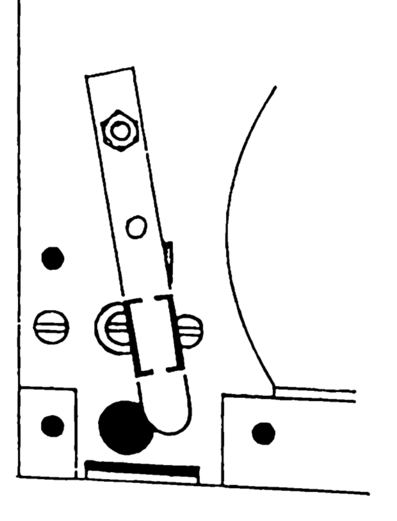


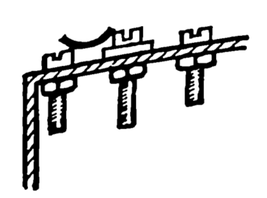


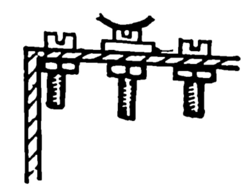
Auf den nächsten Abbildungen sehen wir die beiden Schalterstellungen. Die Schalterfeder schnappt immer zwischen der mittleren Schraube und einer äußeren ein. Während des Umschaltens hebt sie sich über den mittleren Schraubenkopf hinweg.

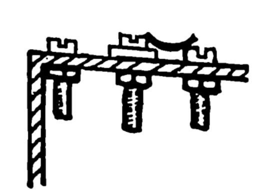


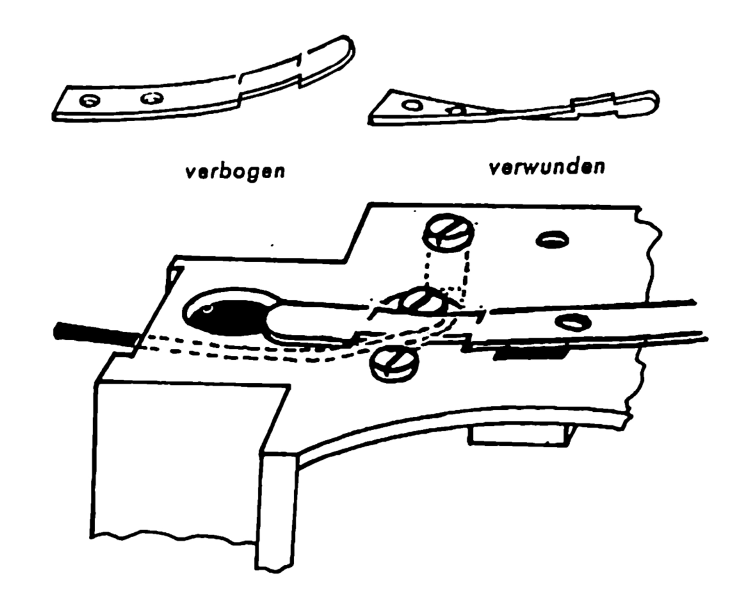
Allerdings müssen wir die „lange Leitung", die vom Lämpchen kommend jetzt an der mittleren Schraube (Loch 62) steckt, auf die Seitenschraube (Loch 52) umstekken. Berührt in Schalterstellung ‚52' die Schalterfeder jetzt die Schraube in Loch 52 (in Zukunft sagen wir einfach Schraube 52), brennt das Lämpchen. In Schalterstellung ‚72' ist das Lämpchen dunkel.









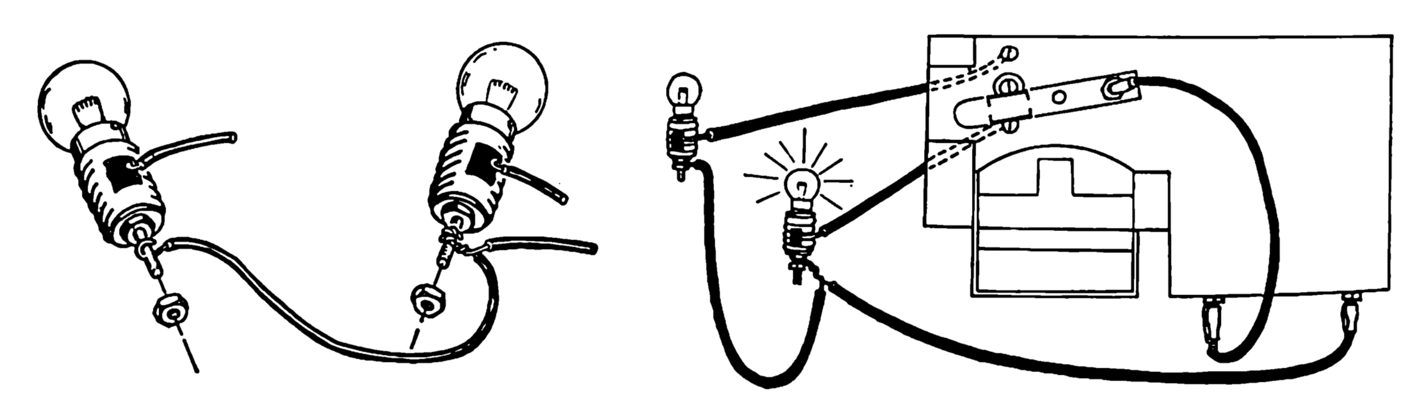


Ist die Schalterfeder zu sehr hochgebogen, richten wir sie vorsichtig gerade, nachdem wir sie hierzu seitlich über die Kante der Schalterplatte herausgeschwenkt haben. Man kann sie dann etwas nach unten biegen. Sie darf aber seitlich nicht verbogen (verwunden) sein.

Nebenstehende Abbildung zeigt, wo die lange Leitung (punktiert) angesteckt ist.

15. Zwei Lämpchen brennen abwechselnd

Weil wir zwei Lämpchen und zwei Fassungen besitzen, können wir auch eine Änderung treffen, die es ermöglicht, abwechselnd die eine oder die andere Lampe zum Leuchten zu bringen. Dazu montieren wir das zweite Lämpchen und befestigen es in Loch 38 der Grundplatte. Von seiner Fassung führt eine weitere lange Leitung, die wir uns anfertigen, zur Schraube 72 unseres Schalters. Damit der Strom von beiden Lämpchen zur Batterie zurückfließen kann, sind die Stiele beider Lämpchen durch eine „kurze Leitung" miteinander verbunden, wozu du 11 cm von einem Verbindungsdraht abschneidest.



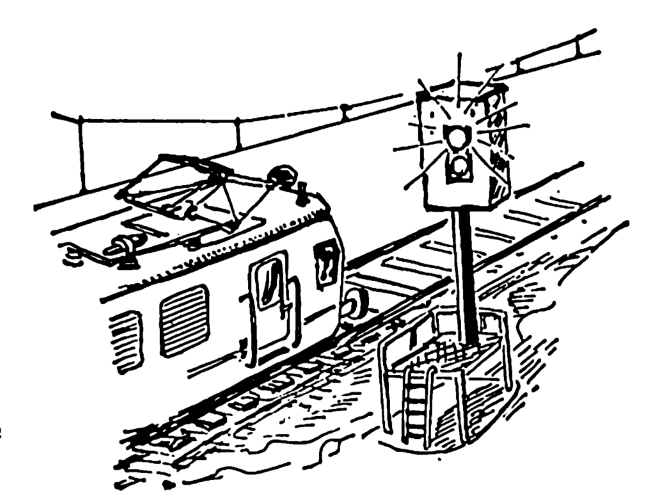
Das eine Ende der kurzen Leitung wird 22 mm abisoliert, das andere Ende 12 mm.

Jetzt wird das blanke Ende der langen Leitung, das bisher den Stiel des einen Lämpchens umschlang, 10 mm länger abisoliert, im ganzen also auch 22 mm. Dieses Ende wird mit dem 22 mm lang abisolierten Ende der kurzen Leitung zusammen-

gedreht und wieder um den Stiel des Lämpchens gelegt. Das andere Ende der kurzen Leitung kommt an den Stiel des anderen Lämpchens.
Wenn die Schalterfeder bei 52 liegt, brennt die eine Lampe; nachdem du die Schalterfeder auf 72 umgelegt hast, brennt die andere Lampe.

16. Ein Lichtsignal, rot und grün

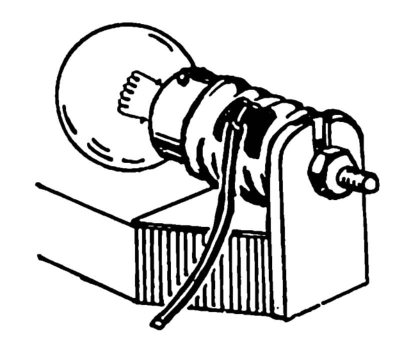
Bei Eisenbahn, U-Bahn und Hochbahn kommen Signallichter zur Anwendung, die freie Fahrt geben oder den Zug anhalten sollen. Wir wollen unsere Umschaltung zu so einer Signallampe mit Farblichtern erweitern.

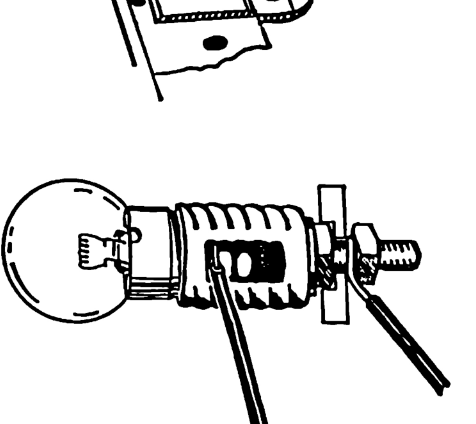


Wir nehmen dazu die rote Signalfolie 8 und die grüne Signalfolie 9 und drücken sie von der Innenseite der Grundplatte so zwischen die Zapfen, daß sie die beiden großen Löcher verdecken.

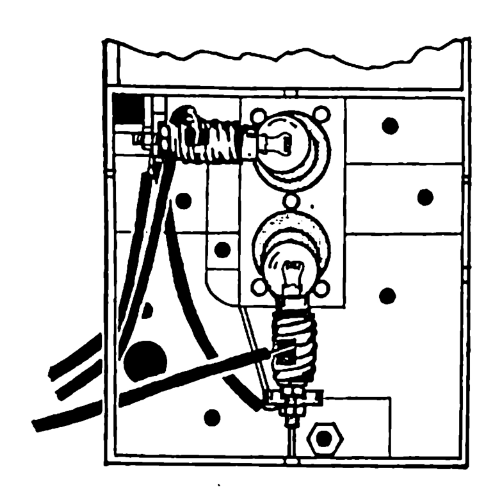
Die Signalfolien passen da genau hinein und bleiben zwischen den Zapfen stecken, auch wenn wir die Grundplatte wieder herumdrehen.

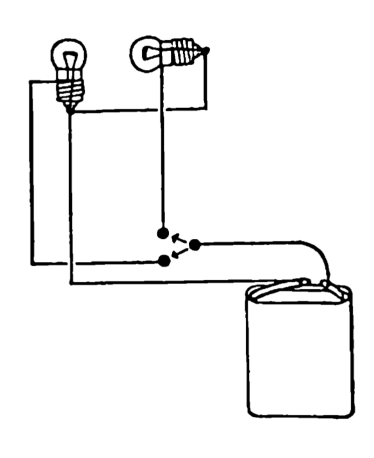
Nachdem wir die Folien so eingelegt haben, wie es auch die Abbildung zeigt, nehmen wir die miteinander verbundenen Lämpchen von der Oberseite der Grundplatte ab und setzen sie an die Innenseite der Platte mit ihrem Stiel in die Schlitze der Lämpchenhalterungen ein. Die Abbildungen zeigen, wie wir die Lämpchen befestigen. Es geht am besten, wenn man die Muttern vor dem Einsetzen der Lämpchenstiele in die Schlitze schon lose aufschraubt. Vor dem Festziehen sind dann nur noch die Leitungen wieder unterzuhaken.





Die folgende Abbildung zeigt fertige Montage und Stromlaufplan für unsere Umschaltung. Besonders schön leuchtet die Signalanlage im dunklen Zimmer.

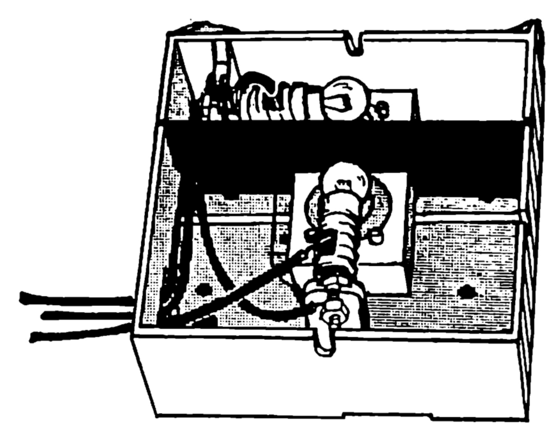




Wenn es dabei stört, daß das Licht des Lämpchens hinter der grünen Signalfolie auch zum Fensterchen mit der roten Signalfolie herausscheint, bauen wir eine Trennwand ein. Diese Trennwand ist mit der Bezeichnung g auf unserem Ausschneidebogen schon vorbereitet, und du brauchst sie nur sauber herauszuschneiden. Die Abbildungen zeigen, wie du die Trennwand einsetzen und die seitlichen Lappen umbiegen mußt, bevor sie in die seitlichen Schlitze der Grundplatte kommen, damit die Trennwand nicht herausfallen kann, wenn du die Platte umdrehst.

Die Leitungen führen wir an der Innenkante entlang, wo die Trennwand eine schräge Aussparung hat. Sie kommen dann seitlich aus dem großen viereckigen Durchbruch heraus, damit wir die Grundplatte auch hinstellen können.





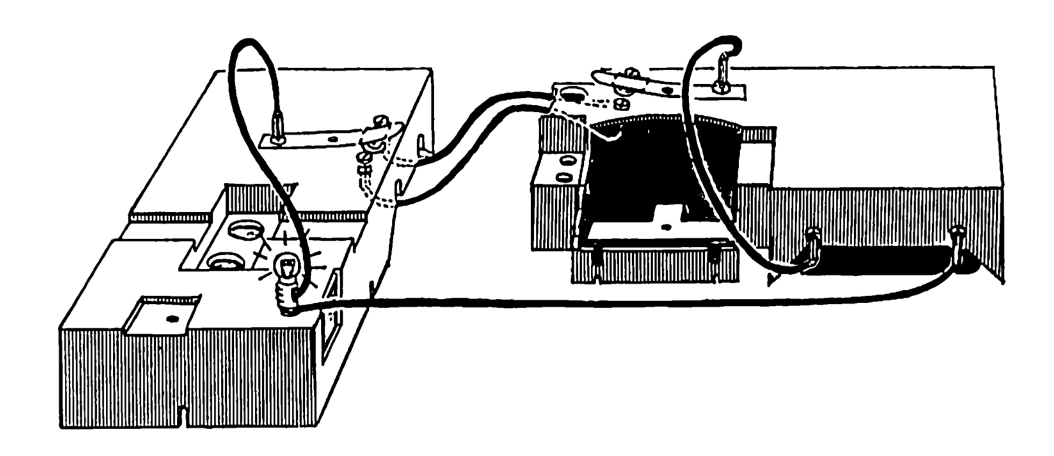
Wenn wir jetzt die Schalterfeder wie in Abschnitt 15 betätigen, leuchtet einmal das rote und einmal das grüne Lämpchen.

17. Zwei Umschalter wirken auf ein Lämpchen

Im letzten Versuch haben wir durch einen Umschalter zwei Lämpchen abwechselnd zum Leuchten gebracht. Durch einen neuen Versuchsaufbau können wir aber auch mit zwei Umschaltern auf ein einziges Lämpchen einwirken.

Wir besitzen ja zwei Schalterfedern und können mit der zweiten Schalterfeder auf der Grundplatte einen zweiten Umschalter bauen, wie er in der Abbildung dargestellt ist. Für die Anschlußschrauben bzw. die Mittelschraube benutzen wir die Löcher 3, 4 und 5. Der Drehpunkt des Schalters wird in der bekannten Art im Loch 24 befestigt.

Jetzt fertigen wir uns noch zwei „mittellange Leitungen" an (siehe Abschnitte 8 und 11), die wir für spätere Versuche sowieso noch brauchen, und lassen eine dieser



Leitungen Schraube 52 mit Schraube 3, die andere Schraube 72 mit Schraube 5 verbinden, wie die Abbildung zeigt. Auch die übrigen Verbindungen werden nach der Abbildung hergestellt.

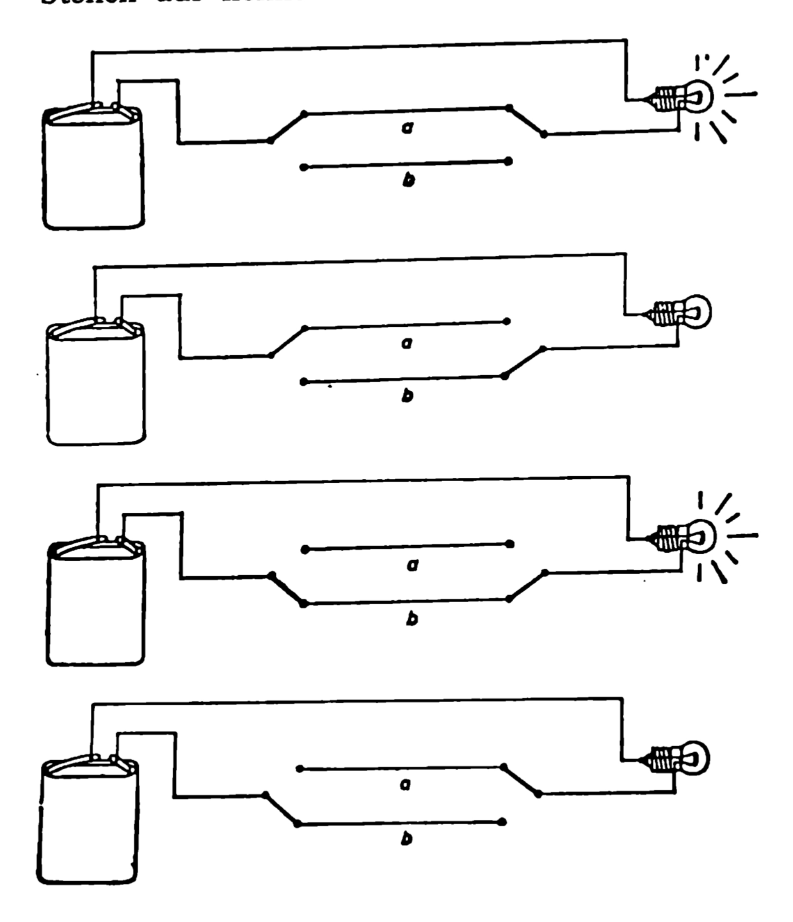
18. Treppenhausbeleuchtung

Du wirst nun fragen, was hat das für einen Sinn, zwei Schalter für ein einzelnes Lämpchen zu benutzen, wo man doch bisher mit einem Schalter ausgekommen ist?

In Versuchen wirst du feststellen, daß du am Schalter der Grundplatte die Lampe beliebig ein- und ausschalten kannst. Dasselbe kannst du mit dem Schalter der Galvanometerplatte tun.

Zur Abwechslung versuchst du, mit dem Schalter der einen Platte ein- und mit dem der anderen Platte auszuschalten — und umgekehrt. Das geht tatsächlich.

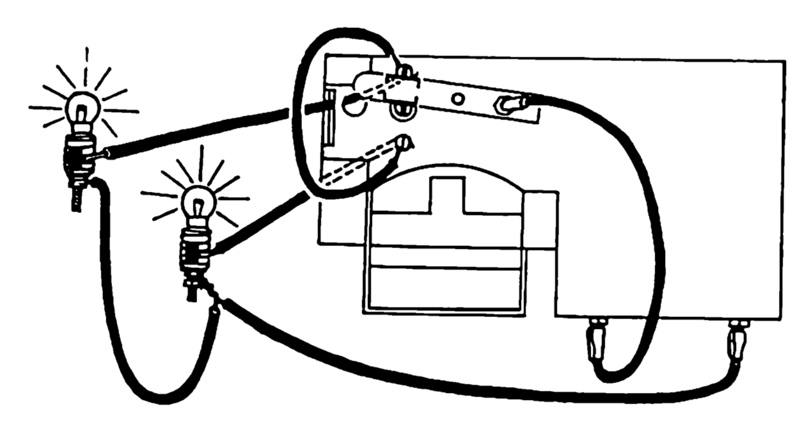
Diese Anordnung zur beliebigen Schaltung einer Lampe von zwei verschiedenen Stellen aus nennt man Wechselschaltung. Sie findet Anwendung z. B. in der Beleuchtung des Treppenhauses über zwei Stockwerke oder auch im Schlafzimmer, wenn man sowohl bei der Tür als auch beim Bett ein- und ausschalten möchte.



Diesen nicht ganz selbstverständlichen Vorgang erklären dir die vier nebenstehenden Abbildungen.

In einer Wechselschaltung kann der Strom immer nur dann fließen, wenn beide Schaltarme die gleiche der beiden Rückleitungen a und b berühren. Stehen sie auf verschiedenen Leitungen, ist der Stromkreis unterbrochen (offen, wie der Fachmann sagt). Es kann dann kein Strom fließen.

Durch deine Versuche bist du hinter das Geheimnis einer Einrichtung gekommen, die täglich von allen Leuten benutzt wird, die aber meist keine Ahnung haben, welche interessanten Überlegungen hinter der Anordnung der beiden Schalter stekken. Du hast damit bereits eine wichtige Schaltung der Elektrotechnik kennengelernt und weißt schon manches, was deine Freunde nicht wissen!



19. Zwei Lämpchen zugleich

Ob wohl auch zwei Lämpchen zugleich brennen? Wir wollen es einmal ausprobieren! In der abgebildeten Anordnung, die du schon aus Abschnitt 15 kennst, verbindest du die beiden Schalterkontakte 52 und 72 durch eine „kurze Leitung". Wenn du

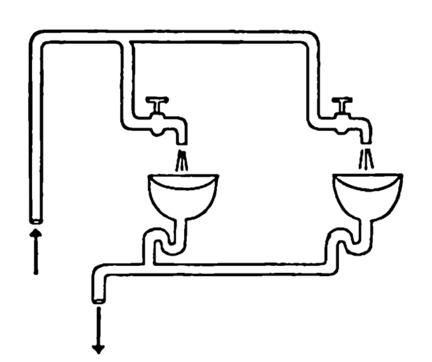
jetzt mit der Schalterfeder einen der beiden Schalterkontakte berührst, brennen beide Lämpchen gleichzeitig und ganz hell.

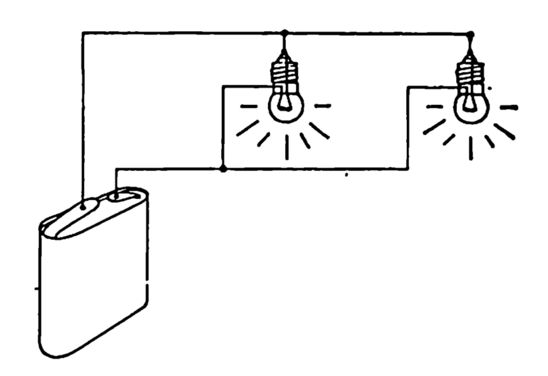
Die Batterie hat also Strom für zwei Lämpchen! Natürlich wird sie doppelt so schnell leer, wenn beide Lämpchen brennen.

Wir überlegen: Eigentlich ist jedes Lämpchen für sich voll an die Batterie angeschaltet. Das eine Lämpchen merkt nicht, ob noch ein zweites Lämpchen an der Batterie hängt. Jedes Lämpchen bekommt nämlich die volle Batteriekraft oder, wie der Fachmann sagt, die ganze Batteriespannung.

20. Vergleich mit der Wasserleitung

Die Batteriekraft preßt nämlich die Elektronen mit einem gewissen Druck in die Drahtleitungen, die zu den Lämpchen führen, hinein. Der Vorgang ist ähnlich wie bei der Wasserleitung. Vom Wasserwerk wird das Wasser auch mit einem bestimmten Druck in die Rohrleitungen gepreßt. In der Abbildung links ist angedeutet, daß das Wasser aus beiden Wasserhähnen gleichzeitig ausfließt. In der Abbildung rechts ist gezeichnet, wie der von der Batterie in die Leitung gepreßte Strom gleichzeitig durch beide Lämpchen fließt.





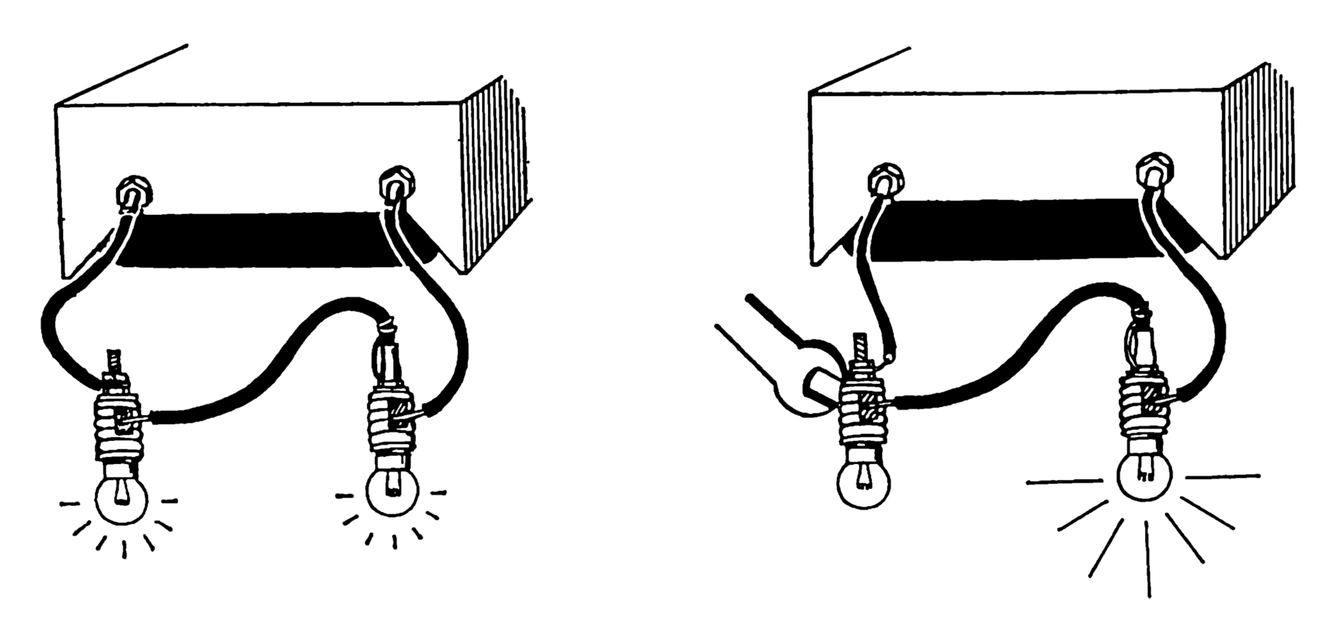
Eine solche Schaltung nennt man eine Nebeneinanderschaltung oder Parallelschaltung.

21. Derselbe Strom nacheinander durch zwei Lämpchen

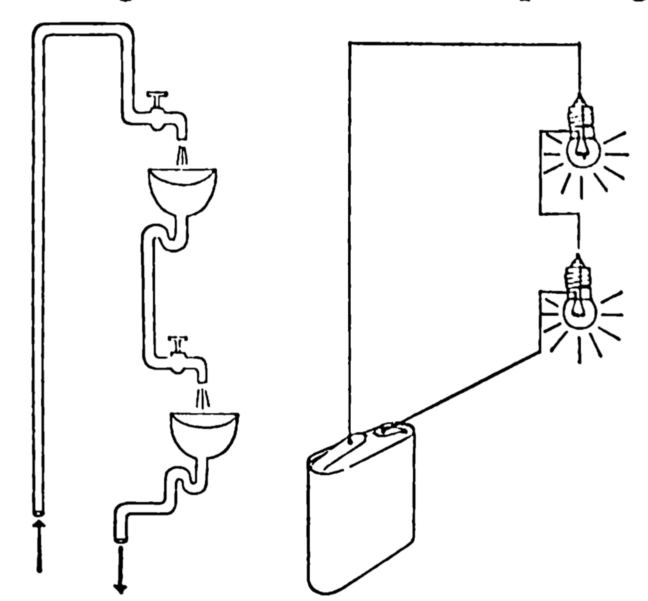
Jetzt wollen wir doch einmal sehen, ob derselbe Strom, wenn man ihn nacheinander durch zwei Lämpchen leitet, auch beide zum Leuchten bringt.

Die Schaltung kannst du dir leicht bauen, wie es die Abbildung zeigt. Beide Lämpchen brennen, aber nur halb so hell wie sonst. Wie kommt denn das?

Weil beide Lämpchen gleich sind, teilen sie sich je zur Hälfte den Druck oder wie man auch sagt, die Spannung. Jedes Lämpchen bekommt also nur die halbe Batteriespannung. Sobald wir eines der Glühlämpchen lockern, gehen beide Lämpchen aus,



weil der Stromkreis unterbrochen ist. Leiten wir dagegen den Strom außen um ein Lämpchen herum, indem wir ihm durch Ansetzen des Gabelschlüssels einen bequemeren Weg bieten, geht das so überbrückte Lämpchen aus, während das andere Lämpchen voll aufleuchtet; denn jetzt bietet es den einzigen Widerstand in der Leitung und bekommt die volle Spannung.



Auch für diese Schaltung können wir einen Vergleich mit der Wasserleitung machen:

Die Schaltung vehält sich ungefähr so, als wenn zwei Wasserabnehmer so hintereinander liegen, daß der zweite Wasserhahn am Ausguß des ersten Wasserabnehmers angeschlossen ist. Der zweite Abnehmer kann nur das bekommen, was der erste an Wasser durchläßt und das mit geringerem Druck.

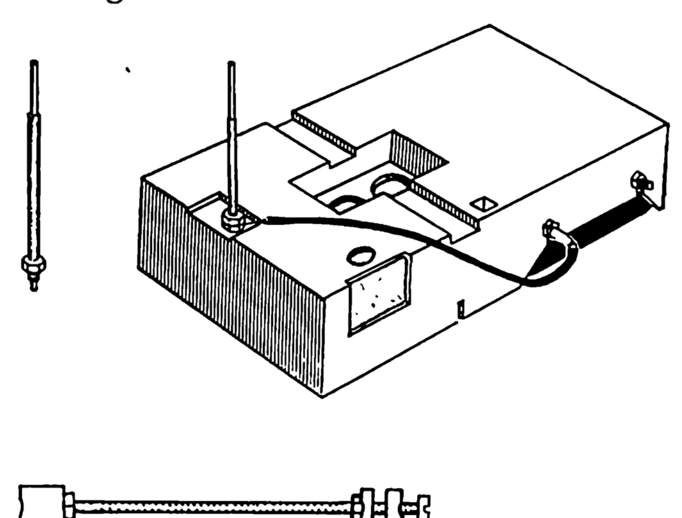
Im oben gezeichneten Schaltbild sieht man, wie die Batterie den Strom hintereinander durch die beiden Lämpchen drückt. Darum nennt man eine solche Schaltung eine Hintereinanderschaltung oder Serienschaltung.

22. Eine kleine Leselampe

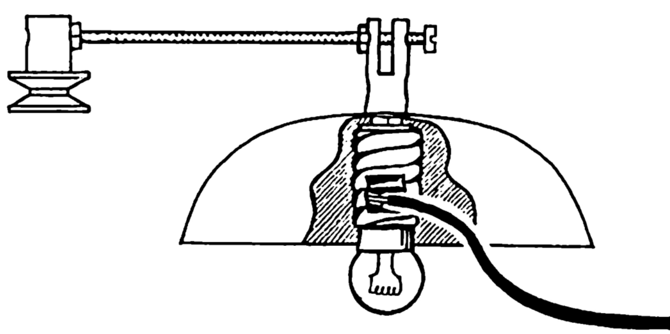
Wer möchte nicht eine kleine Nachttischlampe haben, bei deren Schein man noch schnell ein Kapitel fertiglesen kann, wenn das große Licht im Zimmer schon ausgelöscht ist!

Wenn wir die Grundplatte für andere Versuche nicht mehr brauchen, nehmen wir sie zum Aufbau des Lämpchens her. Wir stecken von unten durch Loch 29 die Motorwelle 40, auf die wir entsprechend der Abbildung von der Seite mit dem kurzen Ansatz her eine Mutter aufgeschraubt haben.

Diese Mutter soll unten in die Sechskantvertiefung um Loch 29 so eingepaßt werden, daß das lange Ende der Motorwelle oben zum Loch 29 heraussteht. Von oben werden dann zwei Muttern aufgeschraubt, zwischen die ein Anschlußdraht eingeklemmt wird, der mit seinem Stecker an einen Batterieanschluß führt. Hierzu verkürzen wir am besten eine lange Leitung entsprechend; am besten die, deren Ende durch Zusammendrehen schon unansehnlich geworden ist. Die Batterie wird aus der Schalterplatte herausgenommen und in die Grundplatte eingesetzt. Sicher hast du schon bemerkt, daß auch in der Grundplatte ein Batteriefach vorhanden ist.

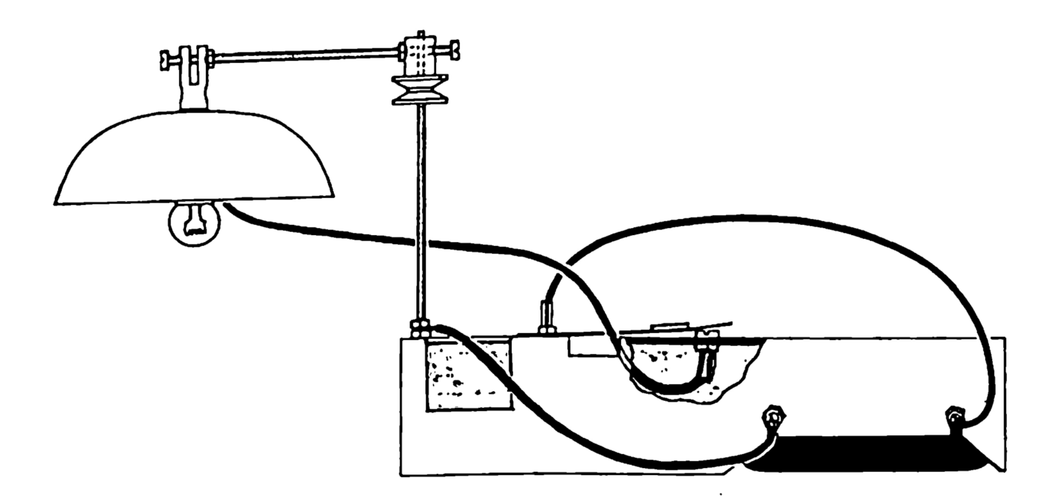


Der Stiel des einen Lämpchens wird von innen durch das Loch der Glockenschale 43 gesteckt und von außen mit dem Klemmkörper 38 festgeschraubt (Abbildung). Eine Langschraube 39 kommt nun durch die Gewindequerlöcher des Klemmkörpers. Eine Mutter soll dagegengeschraubt werden, damit er in der gewünschten Lage stehenbleibt. Auf die andere Seite schrauben wir zunächst eine Mutter und dann die Schnurlaufrolle 41. Diese Mutter soll als Kontermutter das Verdrehen der Schnurlaufrolle verhindern.

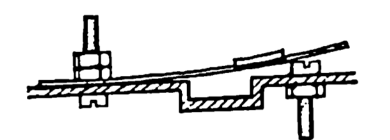


Nun setzen wir die ganze Lampe auf den Lampenständer — die Motorachse — und schrauben sie mit einer Zylinderschraube, die wir in das noch freie Gewinde der Schnurlaufrolle einsetzen, in der gewünschten Lage fest. Durch Lockern einer Mutter auf der Langschraube läßt sie sich auch seitlich so schwenken, daß das Licht direkt auf unser Buch fällt. In der gewünschten Schräglage schrauben wir sie dann durch Anziehen der Mutter fest.

Weil die anderen Schalterlöcher wegen der Batterie nicht zugänglich sind, begnügen wir uns mit einem Schalter, dessen Feder wir beim Einschalten leicht auf den



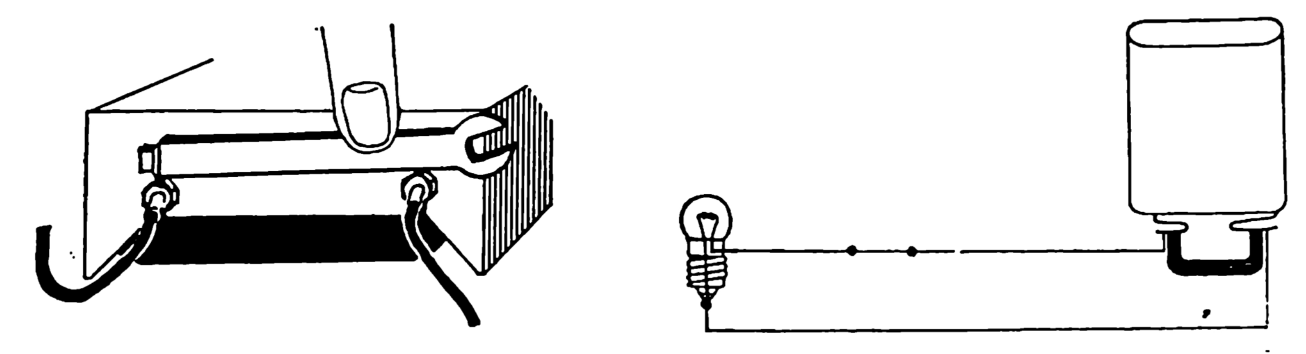
Schraubenkopf heben. Beim Ausschalten rutscht er leicht herunter. Die Schraube mit den Kontermuttern kommt dazu in Loch 38 (von unten hindurchstecken), die Anschlußschraube von oben in Loch 36 (Abbildung).



Diese selbstgebaute Nachttischlampe leistet dir gute Dienste, wenn du deine Uhr danebengelegt hast und nachts schnell sehen willst, wie spät es ist.

23. Der Kurzschluß

Wenn ohne Betätigung eines Schalters das Licht ausgeht und nach Auswechseln der Birne das Licht trotzdem nicht brennt, vermutet man einen Kurzschluß.
In einem Versuch, den wir aber nur ganz kurz machen dürfen, weil sonst die Batterie zu schnell leer wird, können wir ein Beispiel eines Kurzschlusses veranstalten.
Während bei unserer selbstgebauten Nachttischlampe der Strom der Batterie nach dem Einschalten, wie es seine Pflicht ist, durch den Verbindungsdraht und vielleicht weniger gern durch den großen Widerstand des dünnen Glühdrähtchens im Glühbirnchen hindurchfließt, legen wir für wenige Augenblicke den Gabelschlüssel quer über beide Batterie-Anschlußschrauben, so daß er deren Muttern gleichzeitig berührt. Das Lämpchen erlischt sofort. Wenn wir den Gabelschüssel aber wieder entfernen, leuchtet es wieder auf.



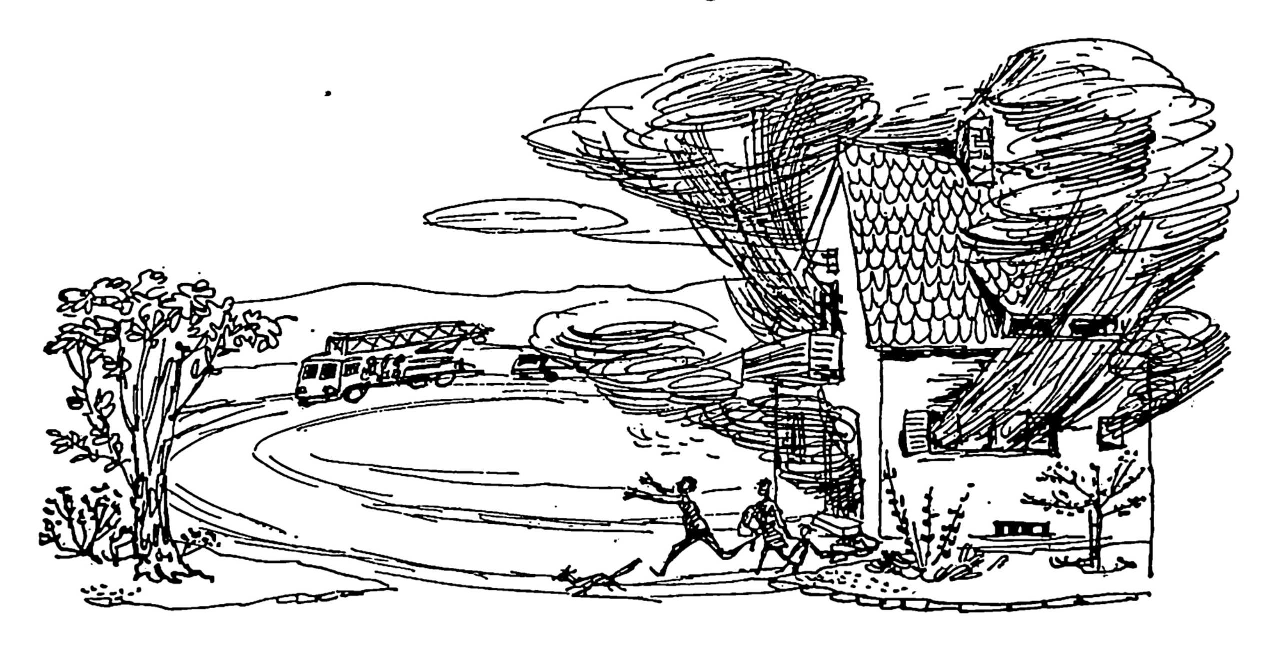
Nach diesem Versuch schalten wir das Lämpchen aus und können nun in Ruhe die nachfolgende Erklärung lesen.

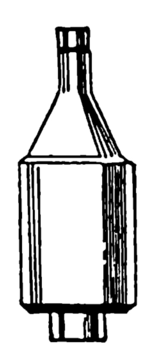
Was wir eben gesehen haben, war ein Kurzschluß. Der Kurzschluß ist das genaue Gegenteil einer Unterbrechung im Stromkreis. Er hat nur scheinbar die gleiche Wirkung: Während aber das Lämpchen bei einer Unterbrechung nicht brennt, weil die Batterie keinen Strom abgibt, geht das Lämpchen beim Kurzschluß aus, weil der Strom einen kürzeren Weg nimmt. Wenn beim Kurzschluß auch das Lämpchen nicht brennt, gibt die Batterie aber trotzdem Strom ab! Und zwar ungefähr das Fünfundzwanzigfache als bei normalem Betrieb mit dem Birnchen. Der Strom fließt jetzt auf dem bequemeren und kürzeren Weg über den Schlüssel am Lämpchen vorbei. Das dünne Drähtchen in unserem Lämpchen wird schon durch einen verhältnismäßig schwachen Strom so erhitzt, daß es glüht. Der an sich viel stärkere Strom in der Hausleitung vermag sogar die im elektrischen Ofen enthaltenen viel dickeren Drähte zum Glühen zu bringen.

24. Die Schmelzsicherung

Unsere Batterie hatte bei Kurzschluß schon das Fünfundzwanzigfache der normalen Stromabgabe erreicht. Wieviel stärker wird erst der Strom bei einem Kurzschluß im Haushalt sein! Das Elektrizitätswerk der Stadt versorgt nämlich nicht nur alle Lampen in der Stadt, sondern auch die Maschinen in den Fabriken, alle Haushaltsgeräte wie Radio, Staubsauger, Kühlschrank und Elektroofen und schließlich noch die vielen Straßenbahnen mit Strom!

Wenn es nun in der Hausleitung einen Kurzschluß gibt, etwa dadurch, daß zwischen Hinleitung und Rückleitung einer Lampe blanke Stellen sich berühren, so steht eine so große Stromstärke zur Verfügung, daß sogar die dicken Leitungsdrähte in der Wand zum Glühen kämen und dabei das ganze Haus in Brand setzen könnten.





Damit das nicht passiert, hat man vor jeden Hausanschluß eine Überstromsicherung eingebaut. Der feine Draht in dieser Sicherung wird so heiß, daß er innerhalb der Sicherungspatrone abschmilzt, wenn der höchste, zulässige Strom überschritten wird, wie es bei einem Kurzschluß der Fall ist. Dann ist der Stromkreis für die Wohnung unterbrochen.

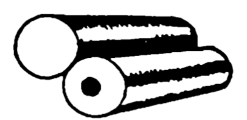


Natürlich darfst du nie Versuche mit Strom direkt aus der Steckdose machen; denn auch, wenn dabei kein Kurzschluß entstehen sollte, ist der Strom aus der Steckdose wegen seiner hohen Spannung lebensgefährlich.

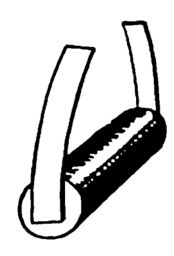
Wenn du sehen willst, wie Strom einen Metallfaden abschmelzen kann, nimm etwas weiches Stanniol-Lametta vom Weihnachtsbaum: Ein einzelner Lametta-Faden schmilzt sofort durch, wenn du ihn über die Anschlußstreifen einer noch frischen Taschenlampenbatterie legst.
Ein Streifen Silberpapier geht dazu aber nicht; denn Silberpapier ist meist aus Aluminium, und das schmilzt bei dem Strom, den die Batterie bei Kurzschluß hergibt, noch nicht.

25. Zwei ungleiche Freunde

Sie sind dir sicher schon aufgefallen, der runde Stabmagnet 20 und der Eisenkern 21. Merkwürdig, wie sie sich zusammengetan haben, der Stabmagnet mit der rauhen Oberfläche und der blanke Eisenkern! Wie unzertrennliche Freunde. Aber der Magnet weiß schon, warum er den Eisenkern so festhält.
Wenn er nämlich längere Zeit allein herumliegen müßte, könnte er viel von seiner Kraft einbüßen.



Wenn du nach getaner Arbeit den Kasten einräumst, mußt du immer dafür sorgen, daß der Stabmagnet irgend etwas aus Eisen findet, er hält es dann gern selbst die ganze Zeit fest; denn er ist eben magnetisch und kann nicht anders, als Eisen an sich zu klammern, wo immer sich ihm Gelegenheit dazu bietet.

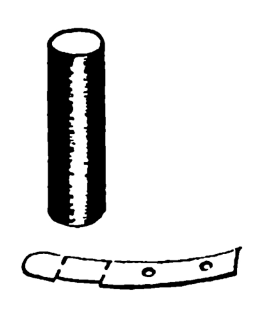


26. Der Stabmagnet sucht weitere Freunde

Du kannst dich überzeugen, daß er auch gern mit einem Blechstreifen Freundschaft hält. Sogar, wenn man beide Eisenblechstreifen 34 anlegt, halten sie mit dem Magneten zusammen. Der Magnet läßt sich

sogar von seinen Freunden emporheben! Probier's nur! Auch für unser Werkzeug hat er Interesse und vermag die Gabelschlüssel an sich zu ziehen.

27. Er verschmäht oft die glänzende Gesellschaft



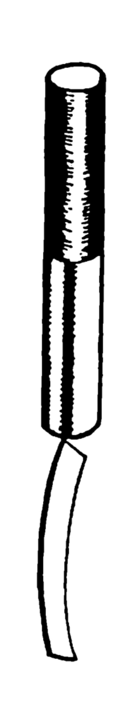
Versuche einmal, ob sich der Magnet mit einer glänzenden Schalterfeder 33 aus Messing befreundet. Er will anscheinend nichts von ihr wissen. Wie verhält er sich gegenüber der Glockenschale, einem Streichholz, dem Bleistift, einem Blatt Papier, der Aluminiumdose 12 oder dem Eisendeckel 13?

28. Vom Wert des Geldes versteht er anscheinend nichts



Das Fünfmarkstück läßt er liegen und wendet sich lieber den Pfennigstücken zu, die aus verkupfertem Eisen sind! Silber interessiert ihn nicht, wohl aber Eisen. Er weiß eben, was drinsteckt, aber nicht, was es für den Menschen wert ist.

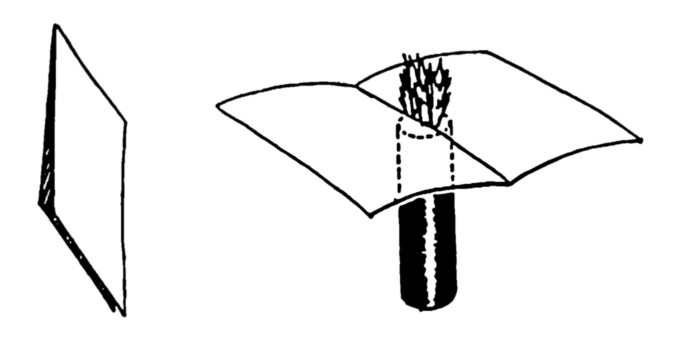
29. Wer am Magnet hängt – wird selbst magnetisch



Versuche einmal, ob die beiden Blechstreifen sich in ähnlicher Weise anziehen, wie der Stabmagnet den Eisenkern! Nein! Auch der Eisenkern zieht keinen Eisenblechstreifen hoch.
Sobald wir hinter den Eisenkern aber den Stabmagnet ansetzen, kann auch der Eisenkern die Blechstreifen anziehen!
Eisen leitet also den Magnetismus weiter!
Besonders nett ist es, wenn man eine Tüte kleiner Eisennägel hat. Wenn man den Magnet in die Tüte hält, kann man eine lange Kette von Nägeln aus der Tüte ziehen. Trennt man den obersten Nagel aber vom Magneten ab, fällt die ganze Kette in sich zusammen. Das Magnetischsein ist gewissermaßen ansteckend: Sobald ein Eisen mit dem Magneten in Berührung kommt, wird es selbst magnetisch.

30. Die Feilspäne sträuben sich

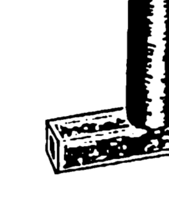
Wir nehmen ein Blatt Papier und falten es einmal in der Mitte, daß es einen Kniff erhält. Nachdem wir es wieder auseinandergefaltet auf den Tisch gelegt haben,



schütten wir etwas von den Eisenfeilspänen aus dem Plastikfläschchen 23 mit dem blauen Deckel darauf. Wenn wir jetzt das Papierblatt hochnehmen und den Stabmagnet von unten her nähern, sehen wir, wie sich die Eisenfeilspäne aufrichten, daß sie aussehen wie eiserne Bärte. Wir hüten uns aber, die Eisenfeilspäne direkt an den Magneten zu bringen; denn sie gehen nur sehr schwer wieder ab.

Jetzt falten wir das Papier zusammen und füllen die Feilspäne vorsichtig wieder ins Fläschchen zurück; denn wir brauchen sie später wieder.

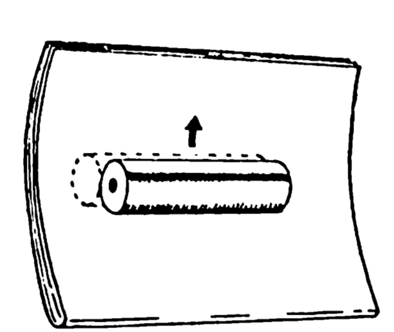
Zum Schluß sehen wir noch, daß der Magnet das ganze Plastikfläschchen hochheben kann, wenn wir die Späne wieder hineingefüllt haben.



Das andere Fläschchen mit dem roten Deckel hebt er aber nicht hoch; denn das ist Kohlegrieß, wie wir ihn später als „Mikrofongrieß“ für unseren Telefonapparat brauchen.



31. Unsichtbare Befehle

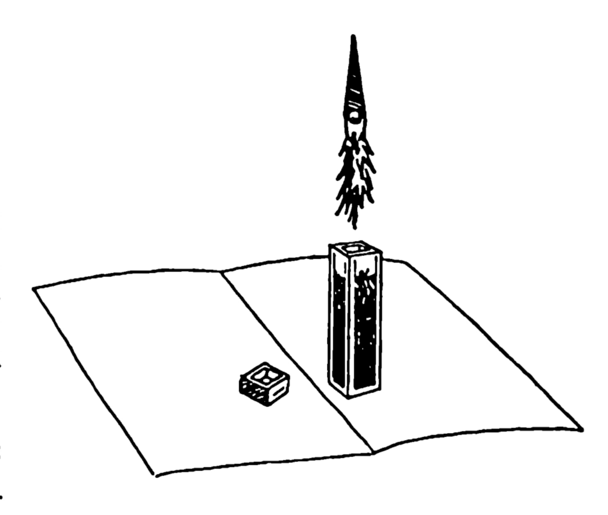


Wenn du ein dünnes Schulheft nimmst und den Magneten darunter hältst, bleibt der runde Eisenkern obenauf liegen. Bewegst du nun den Magneten vorsichtig unter dem Heft, so rollt der Eisenkern wie von unsichtbarer Kraft getrieben auf der anderen Seite des Heftes mit. Er rollt sogar, wie von Geisterhand bewegt, etwas bergauf und kehrt erst um, wenn sein unsichtbarer „Befehlshaber“ es will.

32. Noch ein Magnet

Wir haben im Kasten noch einen Magneten. Wo er wohl stecken mag? Natürlich, die Kompaßnadel! Wir nehmen die Kompaßnadel 31 aus dem Kasten, öffnen das Plastikfläschchen mit dem blauen Deckel noch einmal und tauchen sie mit einer Seite in die Eisenfeilspäne. Sofort bekommt auch die Kompaßnadel einen eisernen Bart! Wir wischen die Späne wieder in das Fläschchen hinein, zur Sicherheit haben

wir unser Papierblatt von vorhin untergelegt. Die Nadel soll wieder ganz sauber sein; denn wir brauchen sie noch zu vielen interessanten Versuchen.

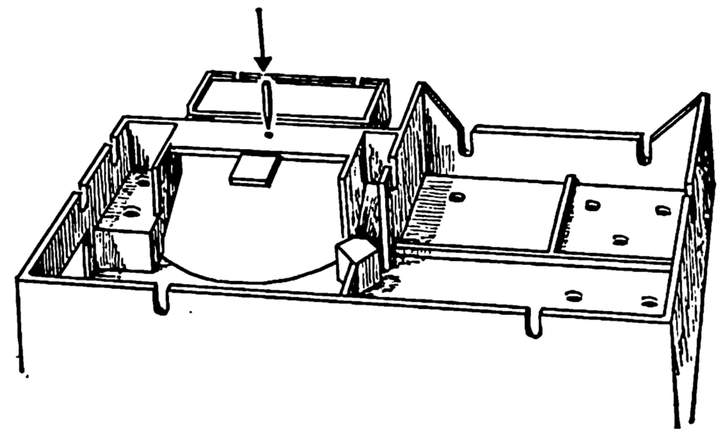


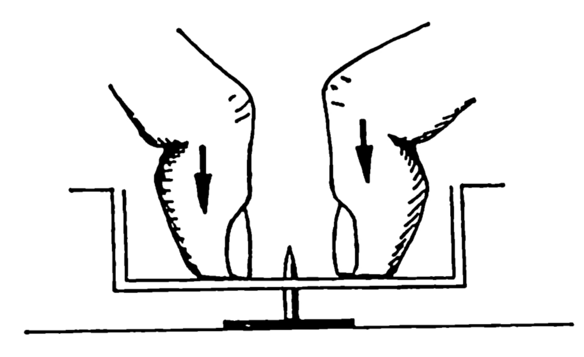
Die Kompaßnadel ist also nichts anderes als eine Magnetnadel, die in der Mitte ein Messinghütchen trägt, damit sie sich — auf eine Spitze gesetzt — nach allen Seiten drehen kann.

So eine Spitze haben wir auch schon bereit: die Lagernadel 15. Wenn du den Eisendeckel 13 von der Aluminiumdose abnimmst, kann es sein, daß du die Lagernadel nicht gleich siehst. Wenn sie nämlich zufällig magnetisch geworden ist, haftet sie innen am Deckel, den du dann in der Hand hast.

33. Wir setzen die Lagernadel ein

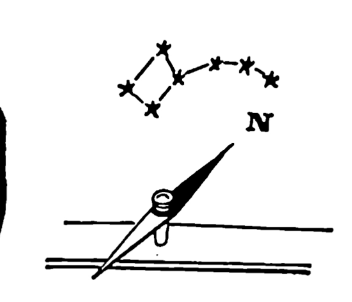
Wir wollen die Lagernadel jetzt in das für sie vorgesehene Loch der Galvanometerplatte einsetzen. Dazu drehen wir die Platte um, die Hohlseite des Batteriefaches nach oben. In der Mitte des Steges, der sich über den durchbrochenen Teil spannt, sehen wir ein kleines Loch, in das wir die Lagernadel mit der Spitze voraus einstecken, bis sie festsitzt. Natürlich steht sie zunächst mit ihrem stumpfen Ende noch etwas heraus. Um sie ganz hineinzudrücken, drehen wir die Platte wieder auf die richtige Seite. Dort, wo das stumpfe Ende der Lagernadel jetzt vorsteht, legen wir das Ankereisen 32 unter (natürlich so, daß das Ende der Lagernadel nicht gerade in ein Loch des Ankereisens gerät). Dann drücken wir von oben mit beiden Daumen direkt rechts und links neben der Nadelspitze auf die Brücke, bis das stumpfe Hinterende der Lagernadel genau mit der Unterseite der Brücke abschließt.





34. Die Magnetnadel

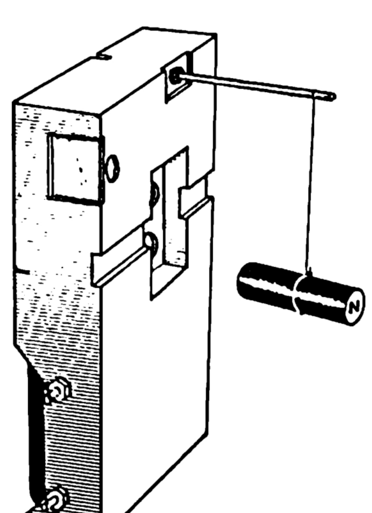
Kaum haben wir die Magnetnadel auf die Spitze gesetzt, dreht sie sich auch schon in eine bestimmte Richtung! Jedesmal, wenn wir sie aus der Richtung bringen, pendelt sie sich wieder genau in die gleiche Richtung ein. Wir erkennen, daß es ungefähr die Nord-Süd-Richtung ist, in die sie sich immer wieder einstellt. Wenn wir vorhin bei Versuch 27 der Magnetnadel mit dem Stabmagneten nicht aus Versehen zu nahe gekommen sind, zeigt die blaue Spitze nach Norden. Dieses Nadelende nennt man deshalb Nordpol und das immer nach Süden weisende Ende Südpol der Nadel.



Ist deine Nadel durch zufällige Berührung mit dem Stabmagneten aber so gepolt, daß ihr blaues Ende nach Süden weist, erfährst du in Abschnitt 47, wie du sie wieder in Ordnung bringen kannst.

35. Magnetischer Eigensinn

Versuche einmal, deinen Stabmagneten an einem um die Mitte gelegten Faden waagrecht aufzuhängen. Dazu wird der Faden an einer Langschraube befestigt, die aus Loch 29 der aufgestellten Grundplatte herausragt. Damit die Grundplatte nicht umfällt, wird sie mit einer Batterie beschwert.



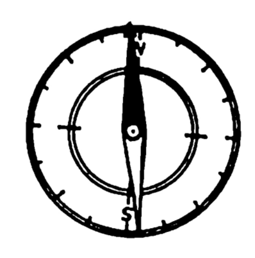
Wir bemerken, daß auch der schwere Stabmagnet sich immer wieder in Nord-Süd-Richtung einstellt. Wenn wir ihn in die entgegengesetzte Richtung herumschwenken oder die ganze Platte verdrehen, kehrt er gleich wieder in seine Lieblingslage zurück. Er hat also auch einen Nordpol und einen Südpol. Wir bezeichnen diese auf seinen Stirnflächen mit Bleistift als N und S. Diese zwei Pole hat jeder Magnet.

36. Amerika noch nicht entdeckt

Welcher Gedanke, Amerika sei noch nicht entdeckt! Ohne dieses scheinbare Magnetstreifchen wäre das vielleicht so. Früher konnten sich die Seeleute nämlich nicht zu weit von der Küste fortwagen. Wenn sie kein Land mehr sahen, war nur eine

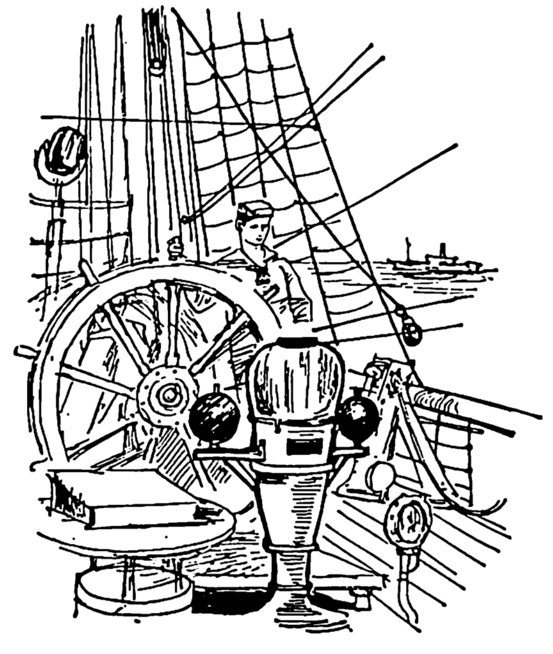
Orientierung nach Sonne oder Sternen möglich. Bei Bewölkung oder Nebel aber hätten sie fürchten müssen, den Rückweg nicht mehr zu finden und statt heimwärts immer weiter ins endlose Meer hinauszufahren. Da diente die Magnetnadel als Führer, als Kompaß, der ihnen wenigstens immer die Nord-Süd-Richtung anzeigte.

37. Der Kompaß

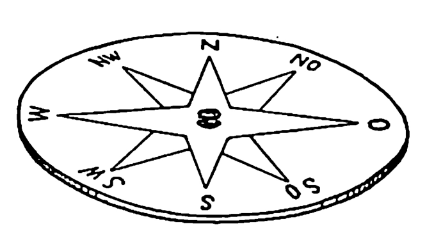


Weil man aber für die Fahrt außer der Nord-Süd-Richtung auch die anderen Himmelsrichtungen kennen sollte, wird unter die Magnetnadel die Windrose aus der Ausschneidetafel d gelegt. Ergänze auf der Windrose bei den entsprechenden Teilstrichen die noch fehlenden Angaben W für West, O für Ost und die Zwischenhimmelsrichtungen NW, SW, NO und SO. Man dreht die Papierscheibe so, daß die blaue Spitze der Kompaßnadel über dem Buchstaben N steht. Wenn du nach Norden blickst, ist Westen links und Osten rechts von dir. Damit du beim Aufsetzen der Papierscheibe den Mittelpunkt leichter finden kannst, hier ein kleiner Trick: Stich den Mittelpunkt von der bedruckten Seite her mit einer Nadel durch. Nun kannst du auf der anderen Seite die Stelle, durch die die Lagernadel stechen soll, leicht finden!

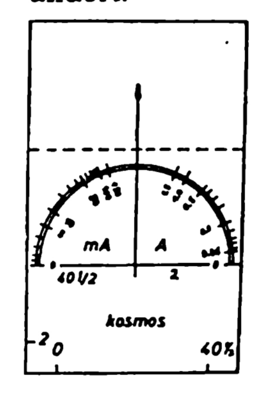
38. Der Schiffskompaß



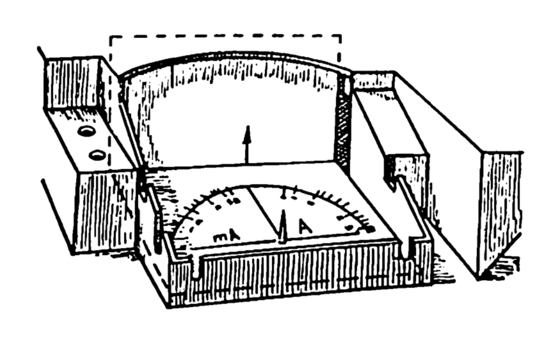
Von der Anordnung des eben gebauten einfachen Kompasses unterscheidet sich ein Schiffskompaß dadurch, daß die Windrose sich zusammen mit der Kompaßnadel dreht. Du kannst das Loch in der Windrose so vergrößern, daß sich das Messinghütchen der Kompaßnadel von unten durchstecken läßt. Die blaue Spitze der Kompaßnadel soll immer genau unterhalb der Bezeichnung N der Windrose liegen. Die Abbildung zeigt den Stern einer Windrose, wie sie in Schiffskompassen verwendet wird. Damit man sieht, in welcher Richtung das Schiff fährt, ist innen an der Rückwand des Kompaßgehäuses ein Strich mit Pfeilspitze angebracht, an dem sich

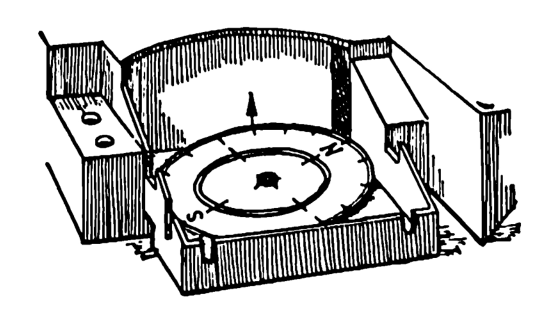


die Bezeichnungen der Windrose vorbeidrehen, wenn das Schiff seine Fahrtrichtung ändert.



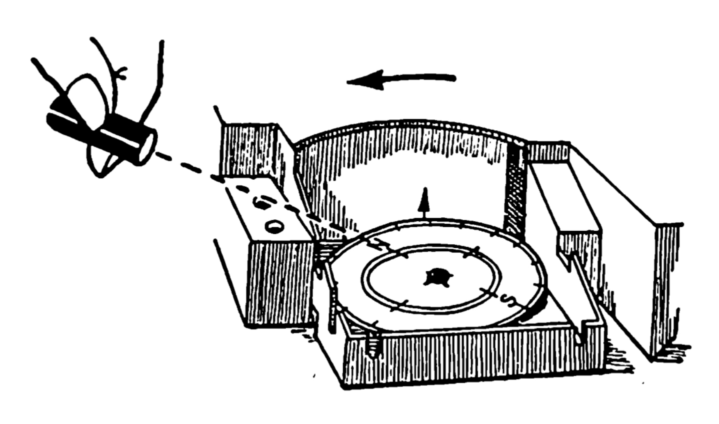
Du kannst die Galvanometerplatte zu einem richtigen Kompaßgehäuse machen, das an der Rückwand auch so einen Pfeil hat. Dazu schneidest du aus der Ausschneidetafel das viereckige Stück b mit der A- bzw. mA-Teilung aus. Von vorn stichst du in der Mitte, wo die Lagernadel durch das Kreuz durchstechen soll, mit einer Nadel das Loch durch, damit du es beim Einsetzen leichter finden kannst. Der Teil mit dem Pfeil wird dann als Rückwand hochgeklappt, und das Kompaßgehäuse ist fertig. Wir lassen das Gehäuse immer in der Galvanometerplatte eingebaut, weil wir es später noch zu anderen Versuchen brauchen. Jetzt setzen wir die Kompaßnadel mit der Windrose ein. Wenn du dich mit der Galvanometerplatte in der Hand um dich selbst drehst, kannst du am Pfeil an der Rückwand verfolgen, wie sich die Richtungsbezeichnungen der Windrose vorbeidrehen. Der Pfeil zeigt dir immer an, welche Himmelsrichtung gerade vor dir liegt. Stelle fest, welche Punkte deiner näheren Umgebung im Süden, Osten, Westen, Nordosten usw. liegen!





Eine kleine Seefahrt gibt dir vielleicht einmal Gelegenheit, einen richtigen Schiffskompaß zu sehen. Er steht immer neben dem Steuerrad in einem besonders aufgestellten Gehäuse, ähnlich wie in unserer Abbildung auf Seite 31 rechts unten.

39. Die Magnetnadel läßt sich nicht überraschen



Wir haben mehrmals gesehen, welche Freundschaft Magnet und Eisen verbinden! Wie werden sich dann erst zwei Magnete benehmen? Wir nähern vorsichtig den Stabmagnet unserem Kompaß. Nur ganz von ferne. Schon im Abstand von 20 cm beginnt er, von der Nordrichtung

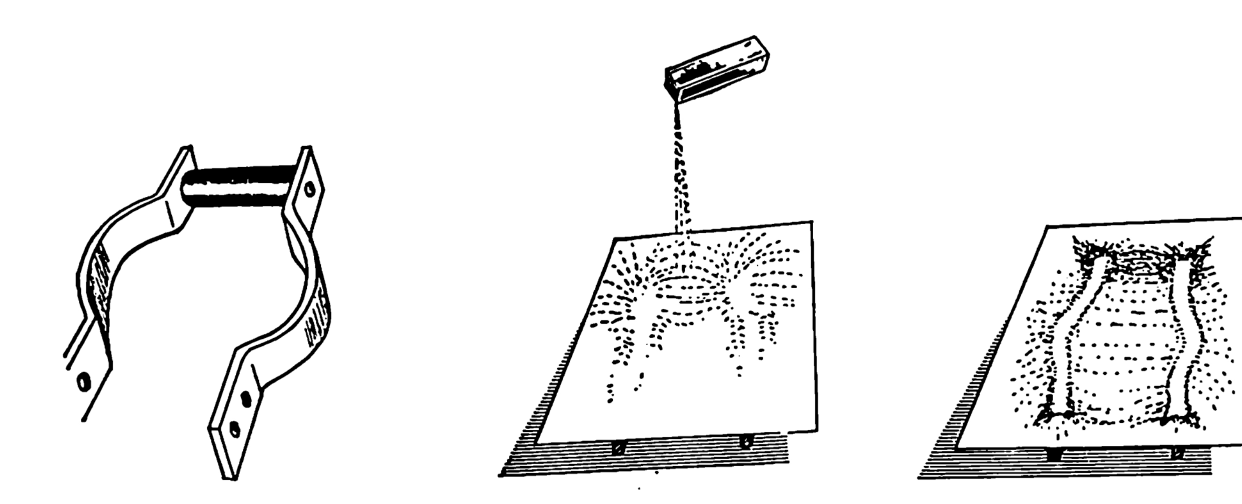
abzuweichen! Er merkt also die Annäherung des Stabmagneten als wenn er Fühler hätte. Vorläufig wollen wir den Stabmagneten nicht zu nahe an die Kompaßnadel bringen; denn diese ändert sonst ihren Magnetismus.

40. Geheimnisvolle Linien

Wenn wir den Eisenkern 21 nahe genug an die Magnetnadel halten, ändert sie auch ihre Richtung. Im Gegensatz zum Stabmagneten müssen wir mit dem Eisenkern aber schon sehr nahe hingehen, bis die „Fühler" der Kompaßnadel etwas merken. Woher weiß die Kompaßnadel, wenn sich ein anderer Magnet oder ein Stück Eisen nähern? Sicher durch ihre unsichtbaren „Fühler"! Diese unsichtbaren „Fühler" wollen wir einmal sichtbar machen.

Wir legen den Stabmagnet zwischen die beiden Poleisen 42, wie es die Abbildung zeigt. Dann decken wir ein Stück Papier darüber. Oben auf das Papier streuen wir vorsichtig Eisenfeilspäne aus dem Plastikfläschchen 23 mit dem blauen Deckel.

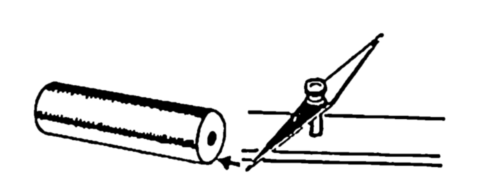
Mit dem Zeigefinger vorsichtig auf das schräg gehaltene Fläschchen klopfen!

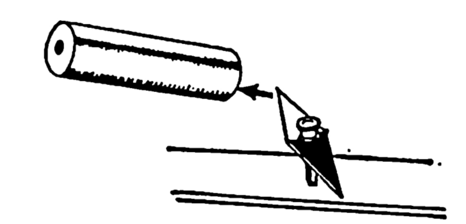


Bald erkennen wir schon die Umrisse von Stabmagnet und Poleisen. Zwischen den Poleisen bilden sich dann Linien, die noch besser sichtbar werden, wenn wir vorsichtig etwas am Tisch klopfen, damit die Eisenfeilspäne sich leichter in die richtige Lage verschieben. Die Eisenfeilspäne müssen möglichst gleichmäßig über das ganze Papier gestreut werden. Sie ordnen sich längs der unsichtbaren Kraftlinien, die jeder Magnet aussendet. Wir erkennen auch, daß der Magnetismus an den Enden eines Magneten, also an seinen Polen, am stärksten ist.

41. Magnetnadel und Eisenkern

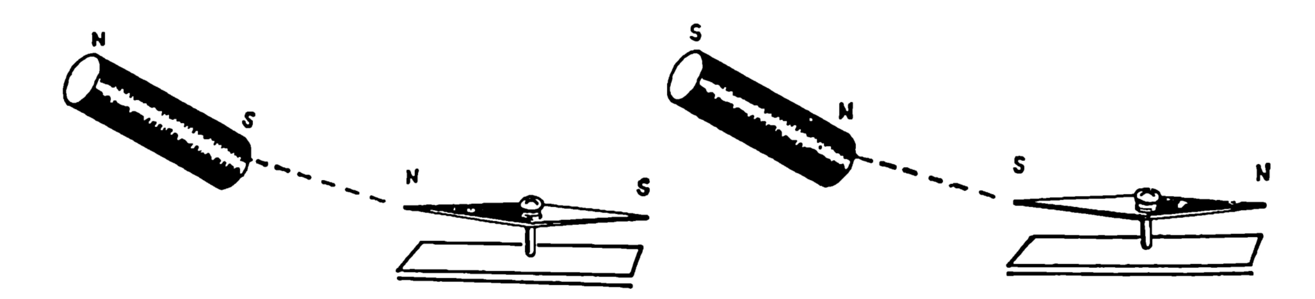
Für unsere weiteren Versuche nehmen wir die Windrose wieder von der Magnetnadel herunter. Dann setzen wir die Magnetnadel wieder auf ihre Lagernadelspitze. Jetzt wollen wir feststellen, ob beide Enden der Magnetnadel von unserem Eisenkern abgelenkt werden. Zunächst warten wir, bis sich die Magnetnadel auf die Nord-Süd-Richtung eingependelt hat. Dann nähern wir das eine Ende des Eisenkerns der blauen Spitze der Magnetnadel. Wenn wir ganz dicht an der Spitze der Nadel sind, dreht sie sich zum Eisenkern hin.
Halten wir den Eisenkern neben die blanke Spitze, dreht auch diese sich ihm zu. Wir stellen fest, daß beide Pole der Magnetnadel von gewöhnlichem Eisen angezogen werden, auch wenn wir die andere Seite des Eisenkerns nehmen.





42. Magnete unter sich

Jetzt machen wir einen entsprechenden Versuch mit dem Stabmagneten. Aber Vorsicht, nur ganz aus der Ferne! Sonst ändert die Magnetnadel ihren Magnetismus, und wir sehen nicht das, was wir erfahren wollen!
Wir sehen jetzt deutlich, daß die Magnetnadel sich dem Stabmagneten immer nur mit einer bestimmten Spitze nähert. Kommen wir in die Nähe der anderen Spitze, so stößt sie sich an unserem Stabmagneten ab und dreht sich weg. Wir können so die Magnetnadel im Kreise herumführen.
Drehen wir den Stabmagneten um, so geschieht genau das gleiche, nur wird jetzt die Seite, die vorher abgestoßen wurde, angezogen und die andere Seite abgestoßen.
Das kommt daher, daß nicht nur die Magnetnadel zwei Magnetpole hat, sondern auch der Stabmagnet!
Nennen wir den Pol der Magnetnadel, der nach Norden weist, Nordpol und den



anderen Magnetpol Südpol, so hat auch der Stabmagnet einen Nord- und einen Südpol.
Nähern wir zwei gleiche Magnetpole einander, so stoßen sie sich ab. Zwei ungleiche Magnetpole ziehen sich dagegen an. Man sagt darum, ungleichnamige Pole ziehen einander an, gleichnamige Pole stoßen sich ab.

43. Magnetisch oder unmagnetisch

Wir haben damit eine gute Möglichkeit, festzustellen, ob ein Stahlstück selbst ein Magnet ist, oder den Magnetismus nur weiterleitet wie gewöhnliches Eisen: Zieht die eine Seite des zu prüfenden Stückes die Magnetnadel an, während die andere Seite die gleiche Spitze der Magnetnadel abstößt, so ist es selber magnetisch. Wir können so noch ganz schwachen Magnetismus feststellen, der selbst nicht mehr stark genug ist, Eisenstücke direkt festzuhalten.
Wird die gleiche Magnetnadelspitze von beiden Seiten des zu prüfenden Stahlstückes angezogen, so ist es unmagnetisch, wie unser Eisenkern im vorigen Versuch. Wir stellen fest, daß die Eisenblechstreifen 34 teilweise selbst schwach magnetisch sind, wenn sie vorher am Stabmagnet gehangen haben.

44. Die Erde, ein großer, aber schwacher Magnet

Auch unsere Erdkugel ist ein Magnet. Den Beweis haben wir in Händen; denn der Nordpol der Erde zieht immer eine bestimmte Seite unserer Kompaßnadel an, die nie nach Süden zeigen will. Diese Beeinflussung der Magnetnadel beweist, daß die Erde von Kraftlinien umgeben ist, wie sie in der Abbildung eingezeichnet sind. Allerdings ist der Magnet in der Erde so schwach, daß wir seine Kraftlinien nicht sichtbar machen können, wenn wir Eisenfeilspäne auf den Boden streuen. Wir merken uns aber, daß eine Magnetnadel sich immer in die Richtung der Kraftlinien dreht.

45. Nord ist Süd

Nun wundert uns allerdings, wie es kommt, daß der Pol, den wir bei der Nadel Nordpol nennen, nach Norden zeigt. Wenn sich nur ungleichnamige Pole anziehen, müßte in der Nähe des geographischen Nordpols dann doch ein magnetischer Südpol sein? Ja, so ist es

tatsächlich. Es sieht aus, als ob in der Erde ein großer Magnet stecke, dessen Nordpol im Süden und dessen Südpol im Norden liegt, also gerade umgekehrt wie wir erwartet haben.
Uns genügt zu wissen, daß die Erde von einem großen Magnetfeld umgeben ist, dessen Linien vom Süden nach Norden verlaufen und daß sich alle Magnetnadeln in die Richtung dieser Kraftlinien einstellen, überall auf der Erde.

46. Wir machen selbst einen Magneten

Wenn wir den Gabelschlüssel 44 mit dem einen Ende auf einen Eisenblechstreifen 34 halten, bemerken wir keinerlei Anziehung; denn der Schlüssel ist kein Magnet. Wir versuchen, die Kraft unseres Stabmagneten auf den Schlüssel zu übertragen. Dazu überstreichen wir den Schlüssel mit dem einen Ende des Stabmagneten zehnmal von der Mitte zum Gabelende hin in gleicher Richtung. Dabei müssen wir den Stabmagneten aber unbedingt jedesmal in großem Bogen durch die Luft zurück zur Schlüsselmitte führen, wenn wir am Schlüsselende angekommen sind, wie es entsprechend in der Abbildung zum nächsten Versuch gezeigt ist.
Wir prüfen, ob der Gabelschlüssel jetzt ein Magnet geworden ist, indem wir versuchen, ob er mit seinem Ende jetzt den Eisenblechstreifen anzieht; denn aus Versuch 40 wissen wir, ein Magnet ist am stärksten an seinen Polen, seine Mitte gibt nur geringe magnetische Kraft.
Ob unser Versuch Erfolg hat, hängt ganz davon ab, aus welcher Eisensorte unser Schlüssel gemacht ist. Besteht er aus weichem Eisen, wie z. B. der Eisenkern 21, so hilft auch noch so langes Magnetisieren nichts, er bleibt unmagnetisch. Ist er dagegen aus hartem Stahl, wie unsere Kompaßnadel, behält er nach dem Magnetisieren den Magnetismus und wird so selbst zum Magneten.
Deshalb kann man Gegenstände des täglichen Gebrauchs, die aus hartem Stahl sind, wie Messer oder Mutters Schere, durch Magnetisieren so magnetisch machen, daß sie z. B. Stecknadeln oder Büroklammern anziehen.
Versuche einmal, die Klinge deines Taschenmessers zu magnetisieren. Du kannst es dann notfalls sogar als Kompaß gebrauchen (siehe Versuch 35).

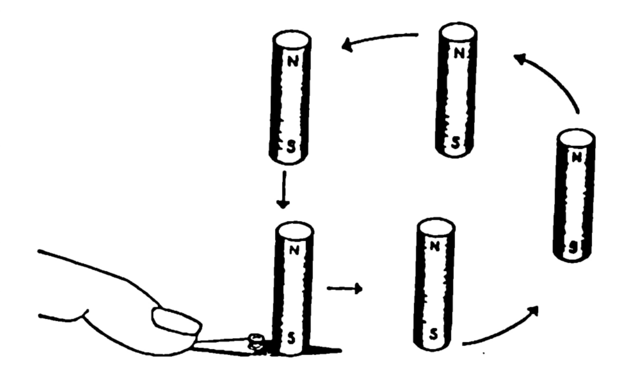
47. Der Klügere gibt nach

Wenn wir den Stabmagneten vorsichtig von der Seite her der Magnetnadel nähern, wird ihr eines Ende abgestoßen. Wir merken uns dieses Ende und halten die Magnetnadel jetzt fest, damit wir die Nadelseite, die abgestoßen wurde, direkt mit dem sie abstoßenden Pol des Stabmagneten berühren können.

Zum Festhalten ergreifst du das Messinghütchen seitlich mit Daumen und Zeigefinger. Wenn du nämlich von oben auf das Hütchen drücken würdest, könnte die Spitze der Lagernadel die gewölbte Fläche innerhalb des Hütchens verkratzen und die Magnetnadel drehte sich nicht mehr so leicht, wie wir es bei den späteren Versuchen brauchen.

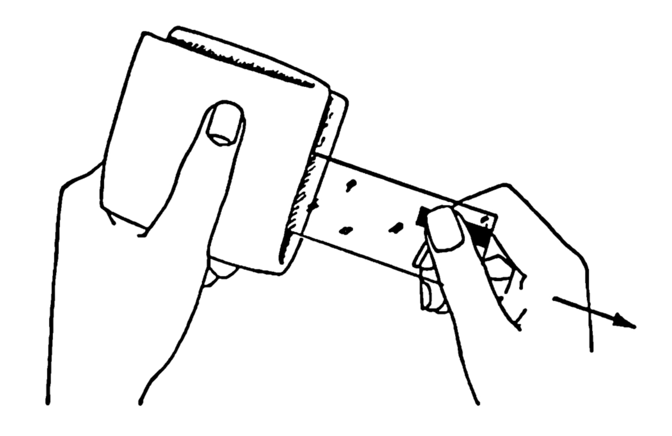
Nachdem der Stabmagnet die Magnetnadel berührt hat, entfernen wir ihn von der Magnetnadel, ohne ihn aber umzudrehen. Zu unserem großen Erstaunen wird die Nadelseite, die zuerst vom Stabmagneten abgestoßen wurde, jetzt vom selben Ende des Stabmagneten angezogen. Legen wir den Stabmagneten weg und warten, bis sich die Magnetnadel eingependelt hat, stellen wir fest, daß ihr blaues Ende nicht mehr nach Norden, sondern nach Süden zeigt! Was ist geschehen? Zwei Pole, die sich abstoßen, haben wir mit Gewalt in Berührung gebracht. Da hat der Klügere nachgegeben und die Polarität gewechselt, so daß er jetzt angezogen wird.

Wenn wir unsere Magnetnadel wieder richtig herum polen wollen, daß das blaue Ende der Nordpol wird, suchen wir das Ende des Stabmagneten heraus, das die blaue Seite der Nadel jetzt abstößt. Dann nehmen wir die Magnetnadel heraus und stellen den Stabmagnet mit der herausgesuchten Seite auf die Magnetnadel drauf und zwar auf die blaue Seite nahe dem Messinghütchen. Nun streichen wir mit dem Stabmagnet auf das Ende der Magnetnadel zu. In weitem Bogen führen wir den Stabmagnet dann durch die Luft wieder zurück, daß er von oben mit der gleichen Seite wie eben wieder auf der blauen Seite neben dem Hütchen aufsetzt. Das machen wir etwa zehnmal, dann ist die Magnetnadel wieder voll aufmagnetisiert, wenn sie vorher nur schwach oder verkehrt herum magnetisiert war.



48. Drei verschiedene Anziehungskräfte

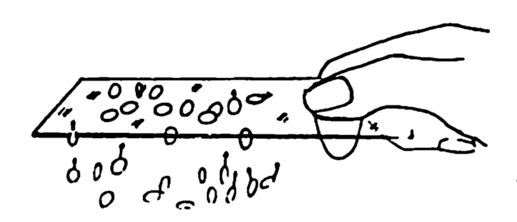
Es gibt drei verschiedene Anziehungskräfte. Zwei von ihnen kennst du schon: Es sind dies die Erdanziehungskraft, die dafür sorgt, daß alles, was wir fallen lassen, auf den Boden fällt. Dann der Magnetismus, über den wir eben so ausführlich gesprochen haben. Während der Magnetismus nur auf Eisen und Nickel wirkt, sind der Erdanziehungskraft alle Gegenstände unterworfen, gleich, aus welchem Material sie sind. Es gibt aber noch eine dritte Art von Anziehungskraft, die mit den beiden eben genannten Arten überhaupt nichts zu tun hat: die Anziehungskraft elektrischer



Ladungen. Um sie kennenzulernen, holen wir uns ein paar kleine Papierschnitzel — z. B. aus einem Papierlocher für Akten — und legen sie auf den Tisch.

Dann nehmen wir in die linke Hand ein zusammengefaltetes ganz trockenes Taschentuch und legen den Kunststoffstreifen 10 mitten zwischen die Falten des Tuches.

Mit der rechten Hand ziehen wir, während die linke Hand das Tuch fest zusammendrückt, den Kunststoffstreifen so schnell wie möglich mit einem Ruck heraus.



Dann nähern wir den Kunststoffstreifen den Papierschnitzeln. Sie werden daran hängen bleiben. Wenn wir den Versuch ein paarmal wiederholt haben, springen die Papierschnitzel schon hoch, wenn wir den Streifen nähern.

Bei diesem Versuch kommt alles darauf an, daß das Tuch wirklich trocken ist (nicht direkt aus dem Wäscheschrank oder aber an der Heizung vorgetrocknet). Evtl. verschiedene Textilien versuchen, nicht jede Stoffart ist geeignet! Auch muß die Luft im Zimmer trocken sein. In einer Küche, während gerade gekocht wird, gelingt der Versuch nicht sicher. Beim Reiben kommt es auch nicht darauf an, daß oft gerieben wird, als vielmehr darauf, daß mit Druck sehr rasch gerieben wird, man den Streifen also rasch herauszieht.

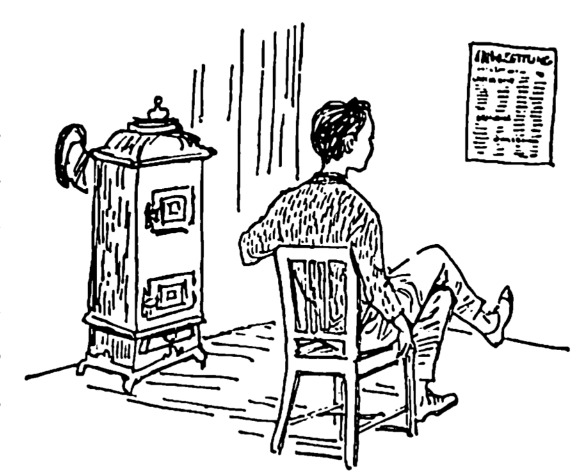
Mit manchen Kunststofflinealen gelingt der Versuch auch sehr gut. Nicht alle Kunststoffarten eignen sich aber.

Wir wiederholen den Versuch mit ein paar Eisenfeilspänen, die wir auf das aufgeschlagene Anleitungsbuch streuen. Es gibt ein wahres Prasseln! Wenn du genau aufpaßt, wirst du sehen, daß nicht alle Eisenkörnchen am Kunststoffstreifen hängen bleiben. Manche schnipsen mit Gewalt wieder zurück. Auch bei den Papierschnitzeln aus dem Locher haben wir das hin und wieder beobachtet. Ehe wir uns Gedanken darüber machen, schnell noch ein paar nette Zauberkunststücke:

49. Der unsichtbare Diener

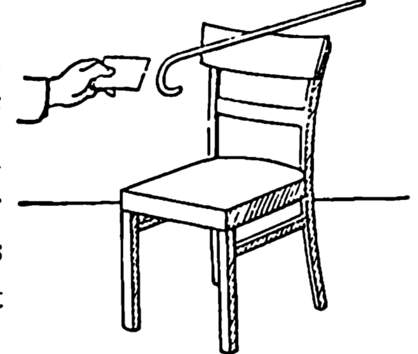
Du sagst, daß du über einen unsichtbaren Diener verfügst, der dir beim Zeitunglesen das Halten der Zeitung erspart. Wenn du im Winter eine Zeitung über Heizung oder Ofen gut getrocknet hast (natürlich muß es im Zimmer wieder ganz

trocken sein; denn feuchte Luft ist der Feind dieser Versuche), streichst du einigemal mit dem Ärmel über die Zeitung hin. Ein einzelnes Zeitungsblatt kannst du dann an die Wand legen, es fällt nicht ab. Wenn aber gerade kein Winter ist, kannst du den Versuch mit dem Kunststoffstreifen machen: nachdem du ihn aus dem Taschentuch herausgezogen hast, legst du ihn gegen die Wand. Er bleibt eine ganze Zeit dort kleben.



50. Der folgsame Stock

Es ist keine Kunst, einen Spazierstock so auf eine Stuhllehne zu legen, daß er im Gleichgewicht darauf ruht. Nähere seinem Griff nun von der Seite her den getrockneten und geriebenen Kunststoffstreifen. Der Griff wird angezogen, und du kannst den Stock aus einiger Entfernung veranlassen, daß er sich selbst dreht.



51. Anziehen und Abstoßen

Wir erinnern uns an Versuch 48: Hier sahen wir, wie zuerst angezogene Teilchen plötzlich wieder abgestoßen wurden.

Vom Magnetismus her wissen wir, daß jeweils zwei gleiche Pole im Spiel sind, wenn ein Abstoßen erfolgt. Da es sich hier aber nicht um Magnetismus handelt, sondern um elektrische Kräfte, haben wir es nicht mit Nord- und Südpolen von Magneten, sondern mit Plus- und Minuspolarität elektrischer Ladungen zu tun.

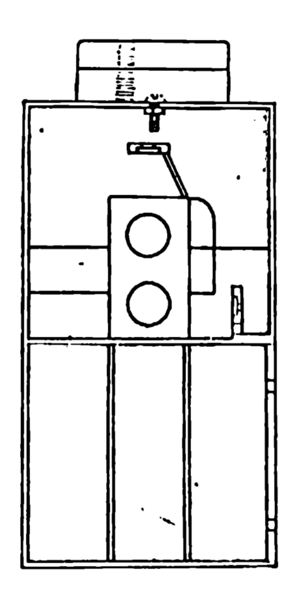
Durch Reiben wurde der erst neutrale Kunststoffstreifen elektrisch negativ aufgeladen (das Taschentuch positiv). Springt nun so ein Eisenfeilspänchen hoch, um sich etwas von der negativen Ladung zu holen, wird es selbst negativ und dadurch vom negativen Kunststoffstreifen abgestoßen; denn auch gleichnamige elektrische Ladungen stoßen sich ab.

Die negative elektrische Ladung ist aber nichts weiter, als eine Ansammlung von Elektronen. Die dir in Kapitel 6 erstmals bekannt gewordenen Elektronen sind hier nicht durch die Batterie in Marsch gesetzt worden, sondern durch das Reiben von einem Körper abgerieben und dafür dem anderen beteiligten Körper aufgeladen

worden. Das Material, das auf diese Weise zu einem Elektronenüberschuß gekommen ist, nennt man merkwürdigerweise negativ (—) elektrisch. Der durch das Abreiben zu einem Elektronenmangel gekommene Körper wird positiv (+) elektrisch genannt.

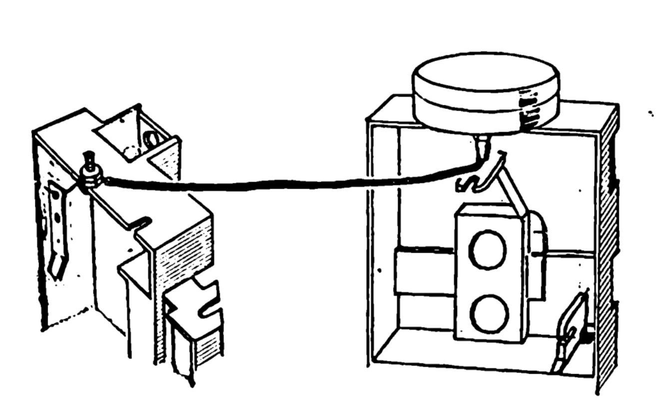
Du merkst wohl, daß diese Bezeichnung umgekehrt ist, als du vermutet hattest. Diese Bezeichnung stammt aus der Anfangszeit der elektrischen Forschung und ist trotz des Widerspruches bis heute beibehalten worden.

Da Elektronen auf dem isolierenden Kunststoffstreifen nicht beweglich sind, wie etwa in einem Kupferdraht, können geladene und ungeladene Stellen dicht nebeneinander liegen. Trifft ein Eisenfeilspan eine bereits entladene Stelle, kann er keine negative Ladung bekommen und wird deshalb auch nicht wieder abgestoßen. Er bleibt aber sitzen, weil die aufgeladenen Nachbarstellen auf ihn einwirken.

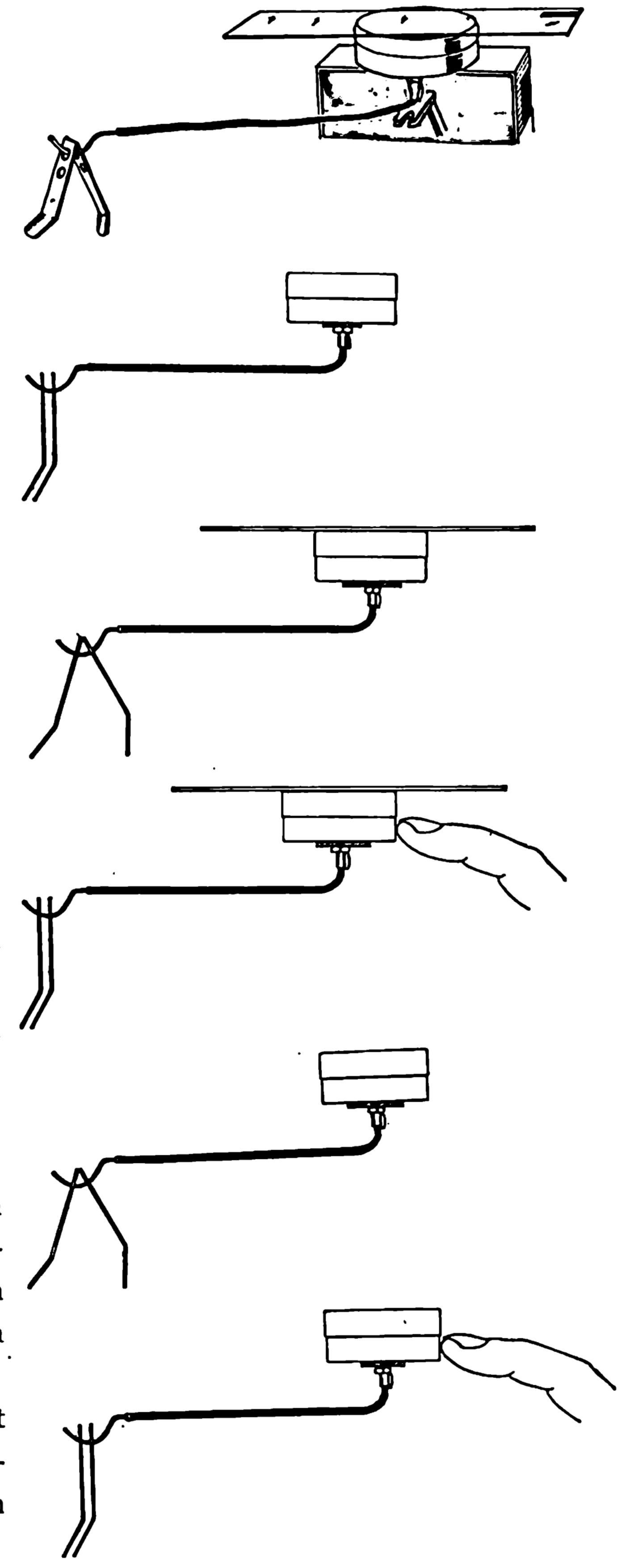


52. Ein Elektroskop

Wenn es sich um Elektronen handelt, müßte man sie doch auch durch einen Draht weiterleiten können! Wir wollen versuchen, die abstoßende Wirkung zwei gleicher Ladungen über einen Draht weiterzuleiten. Dazu stellen wir die Grundplatte aufrecht hin und schrauben die Aluminiumdose 12 mit ihrem Mittelloch in einer Einkerbung fest. Die Grundplatte können wir dabei durch eine eingesetzte Batterie beschweren. Dann setzen wir den Eisendeckel 13 wieder auf die Dose, deren Inhalt wir einstweilen im Fach des Kastens aufbewahren, das sonst die Dose aufnimmt. Nun stellen wir auch die Galvanometerplatte aufrecht hin; wenn du noch eine Batterie hast, kannst du auch sie damit beschweren. Wie die Abbildung zeigt, wird auch in einer Einkerbung der Galvanometerplatte eine Schraube angebracht. Jetzt verlängern wir das abisolierte Ende einer langen Leitung auf 5 cm und schlingen das blanke Ende um die Schraube. Nachdem wir es mit einer Mutter befestigt haben, biegen wir das Ende zu einem Haken, an dem wir die beiden Schleiffedern 30 so aufhängen, wie es die Abbildung zeigt, also die Hohlseite der löffelförmigen Enden ineinanderliegend. Den Schlauchstecker der langen Leitung stecken wir



auf die Dosenschraube und stellen beide Platten soweit voneinander entfernt auf, daß der Draht nicht durchhängt; denn er soll den Tisch nicht berühren. Jetzt reiben wir den Kunststoffstreifen und nähern ihn langsam der Dose bis auf ungefähr zwei Zentimeter. Wenn wir langsam noch weiter herangehen, hören wir ein leises Knistern: Funken springen über.
Wir legen den Kunststoffstreifen auf die Dose und beobachten, daß die beiden Schleiffedern sich auseinanderspreizen, wie es die vereinfachte Zeichnung zeigt: Das Elektroskop ist aufgeladen.



53. Der geriebene Zauberer

Du zeigst deinen Freunden, daß ein geriebener Streifen, wenn man ihn auf die Dose legt, die Schleiffedern spreizt. Nimmt man den Streifen weg, gehen sie wieder zusammen. Deine Freunde dürfen das probieren. Jetzt sagst du, sie sollen versuchen, den Streifen wegzunehmen, ohne daß die Scheiffedern zusammenfallen.
Sie werden es nicht können.
Du kannst es aber:
Du mußt nur, wenn der Streifen noch auf der Dose liegt, die Dose kurz berühren, daß die Schleiffedern schon zusammenfallen, wenn der Streifen noch auf der Dose liegt.
Beim Wegnehmen des Streifens darfst du die Dose dann nicht mehr berühren. Sofort nach Wegnehmen spreizen sich jetzt die Schleiffedern wieder.

Die Kunst beim Vorführen liegt darin, die Dose, während der Streifen noch drauf-liegt, zu berühren, ohne daß die Freunde es merken. Du kannst sie durch eine gesprochene Zauberformel oder Bewegung mit der freien Hand etwas ablenken; denn es genügt eine winzige Berührung der Dose oder der Schraube, an der der Haken befestigt ist.

Was ist geschehen?

Durch Reiben wurde der Kunststoffstreifen negativ elektrisch geladen. Das Auflegen des Streifens auf die Dose treibt die negative Elektrizität (Ladungstrennung) von der Dose auf die Schleiffedern, die sich gleichsinnig negativ laden und abstoßen. Durch Berühren der Dose oder der Federn fließt die negative Ladung über deinen Körper ab. (Keine Angst, sie ist fast unmeßbar gering). Die Dose wurde dadurch positiv geladen (Elektronenmangel). Da der negative Streifen aber noch draufliegt, erscheint sie jetzt nach außen neutral.

Bei Wegnehmen des negativ geladenen Kunststoffstreifens überwiegt aber die positive Ladung. Da auch gleiche positive Ladungen sich abstoßen, spreizen sich die Federn wieder. Berührst du jetzt die Dose, kehrt die negative Ladung über deinen Körper zurück, und die Schleiffedern fallen wieder zusammen.

54. Isolationsprüfung

Wenn das Elektroskop geladen ist, die Schleiffedern also gespreizt sind, kannst du es durch Berühren der Dose schlagartig entladen. Berührst du die Dose aber mit anderen Gegenständen, so geht die Entladung manchmal langsamer. Je länger das Zusammengehen der Schleiffedern vor sich geht, desto besser isoliert der Gegenstand, mit dem du die Dose berührst. Papier ist z. B. ein schlechter Isolator, wenn es nicht ganz ausgetrocknet ist. Versuche dagegen einmal einen Baumwollfaden und einen Seidenfaden. Welcher isoliert besser, welcher schlechter als Papier?

Jetzt räumen wir Schleiffedern und Dose sorgfältig wieder auf, damit nichts für die folgenden Versuche verloren geht.

55. Ein selbstgemachtes Gewitter

An einem besonders trockenen Abend reiben wir wieder unseren Kunststoffstreifen mit dem Tuch, das sich zum Aufladen am besten eignete. Wenn wir den geladenen Streifen dann dem Gesicht nähern, fühlt es sich an, als ob wir in lauter Spinnweben

eintauchen. Es sind aber gar keine Spinnweben da. Was wir fühlen, sind winzig kleine Fünkchen. Wenn wir jetzt das Licht ausmachen und warten, bis sich die Augen an das Dunkel gewöhnt haben, können wir beim Reiben einen bläulichen Schimmer sehen. Nähern wir den Streifen der Nasenspitze, so gibt es einen leichten Knack. Fahren wir mit dem Streifen an der Nasenspitze entlang, können wir vielleicht auch einen bläulichen Schimmer der Funken bemerken. Es riecht dann auch etwas nach dem durch die elektrischen Funken erzeugten Ozon.



Vielleicht kennst du solche Funken schon: Wenn du eine Treppe schnell hinuntereilst und dabei die Hand auf dem Geländer gleiten läßt, gibt es nach einer Weile auch einen Funken, wenn das Geländer aus Kunststoff ist. Das sticht dann plötzlich leicht in der Hand.

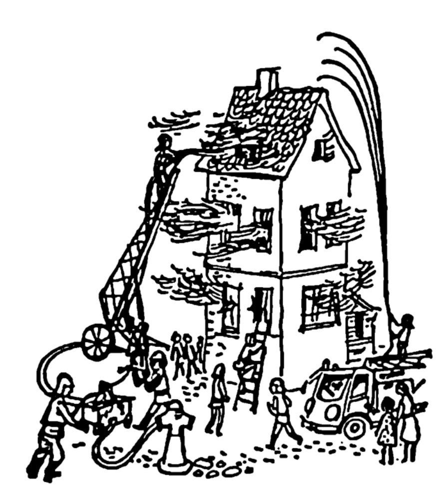
Natürlich, gegen ein richtiges Gewitter nimmt sich unser Gewitterchen aus, wie der dünne Strahl einer Kinder-Spritzpistole gegen einen Wolkenbruch. Und doch, es sind zwar winzige, aber richtige Blitze.

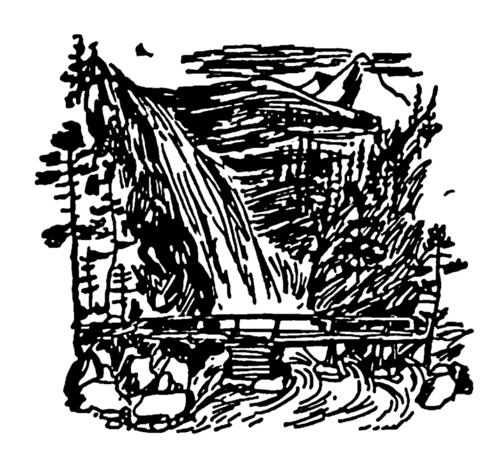
56. Spannung und Strom

Solche überspringenden Blitze gibt es überall dort, wo Ladungen so stark zusammengedrückt werden, daß die elektrischen Stromteilchen, die Elektronen, davonspritzen. Unsere selbergemachten Blitze haben eine ganz schöne Spannung erreicht, aber es war nur ein aus wenigen Elektronen bestehender dünner Strom dahinter. Wie anders ist dagegen der Strom aus unserer Taschenlampenbatterie. Das ist kein dünner, gepreßter Strahl, sondern ein breiter, gemächlich dahinfließender Strom mit vielen Elektronen.

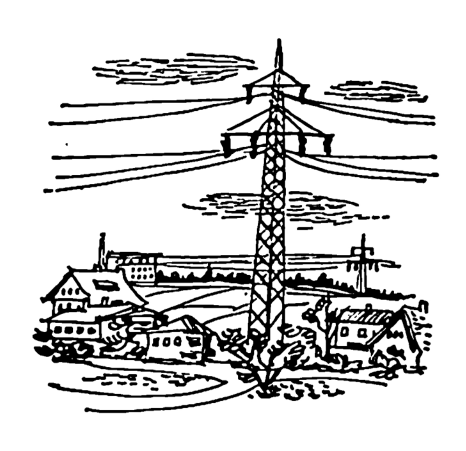


So ein breiter Strom fließt träge dahin und hat nur ein kaum sichtbares Gefälle. Es ist wenig Druck dahinter, trotz des vielen Wassers, das fließt. Sieh dir dagegen die Feuerwehrleute an. Ihr Wasserstrahl ist im





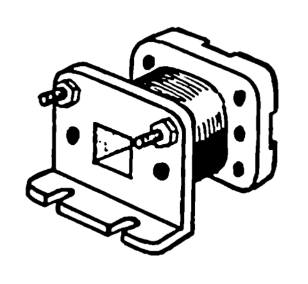
Vergleich zum breiten Strom sehr dünn, aber er hat einen hohen Druck und überwindet einen ziemlichen Höhenunterschied. Elektrisch gesehen ist Druck die Spannung; die Wanderung vieler Elektronen ist Strom.



Vereinigt man hohen Druck mit großer Wassermenge, dann kommt schon eine beträchtliche Leistung zusammen, wie bei einem Wasserfall. Der entspricht dann einer Starkstrom-Hochspannungsleitung.
Jetzt wird außerdem klar, daß eine Spannung auch ohne Strom möglich ist: Eine stark zusammengepreßte, ruhende Elektrizitätsmenge, die man auch Ladung nennt. Strom ohne Spannung gibt es jedoch nicht. Wenn Elektronen strömen sollen, ist immer ein Druck nötig.
Mit unserem Kunststoffstreifen haben wir eine Reibungselektrizität erzeugt, deren Spannung bei 15 000 Volt lag. Da aber kaum ein Strom zustande kam, weil die erzeugte Elektrizitätsmenge verschwindend gering war, konnte das nicht gefährlich sein. Das Volt ist die internationale Maßeinheit für die elektrische Spannung und wird mit V abgekürzt.
Steht genug Strom zur Verfügung, sind schon Spannungen über 60 Volt lebensgefährlich. Spannungen unter 40 Volt sind dagegen ungefährlich, weil ihr Druck nicht ausreicht, einen irgendwie gefährlichen Strom in den menschlichen Körper zu drücken.

57. Wozu mag wohl die schöne Spule da sein?

Schon lange wird dich die Spule 46 mit der Drahtwicklung interessiert haben. Du sollst den Draht nicht etwa abwickeln und für Fernleitungen verwenden. Der Draht soll vielmehr auf der Spule bleiben und dort vom Strom durchflossen werden.



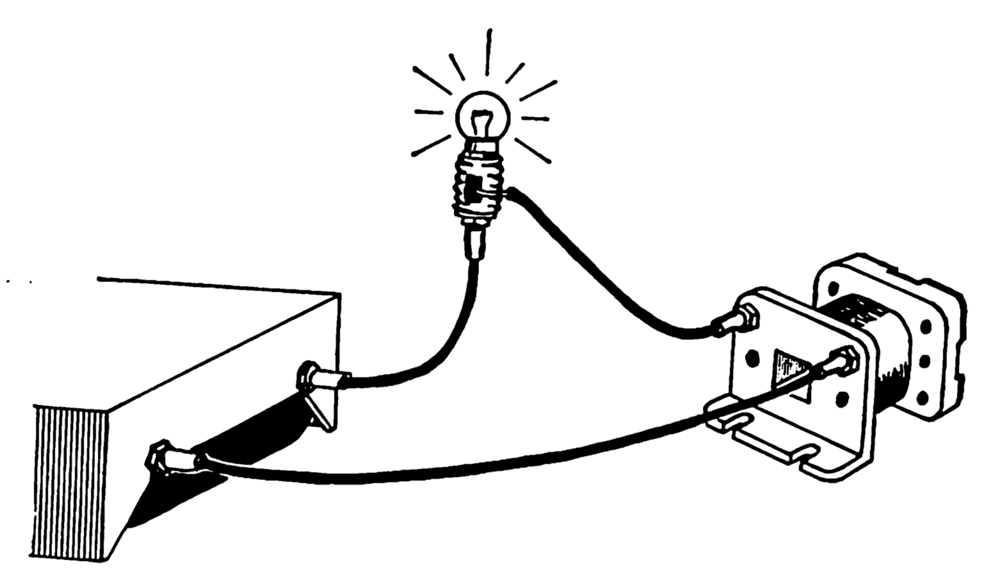
Wir zwingen damit den Strom, 750mal im Kreis herumzufließen, was ihm sicher wenig Freude macht. Vielleicht verspätet er sich etwas dabei?

Ehe wir das prüfen können, müssen wir die Spule aber für

Anschlüsse herrichten. Wir stecken zwei Schrauben durch die Anschlußnietösen und ziehen die aufgeschraubten Muttern fest, auf jeder Schraube eine. Dabei achten wir sorgfältig darauf, daß die Nietösen sich nicht mitdrehen; denn sonst werden die Anschlüsse beschädigt. Wir halten die Schraube von hinten mit dem Winkelschraubenzieher fest, aber ohne die Wicklung zu berühren. Vorn drehen wir dann mit dem Gabelschlüssel die Mutter fest. Wir lassen die Anschlußschrauben für immer an der Spule.

58. Wie schnell ist der Strom?

Jetzt schließen wir das Lämpchen mit einer Seite an die Batterie, mit der anderen Seite an die Spule an. Das andere Spulenende wird direkt mit der Batterie verbunden. Im Augenblick, wo wir die Verbindung mit der Batterie hergestellt haben, brennt das Lämpchen auch schon! Der Strom war sofort da! Er hat seinen Ärger auf andere Weise Luft gemacht: Das Lämpchen brennt nicht ganz so hell wie sonst.



Natürlich; denn es bekommt nicht mehr die volle Spannung. Etwas von der Batteriekraft wird in der Spule verbraucht.

59. 7½mal um die Erde



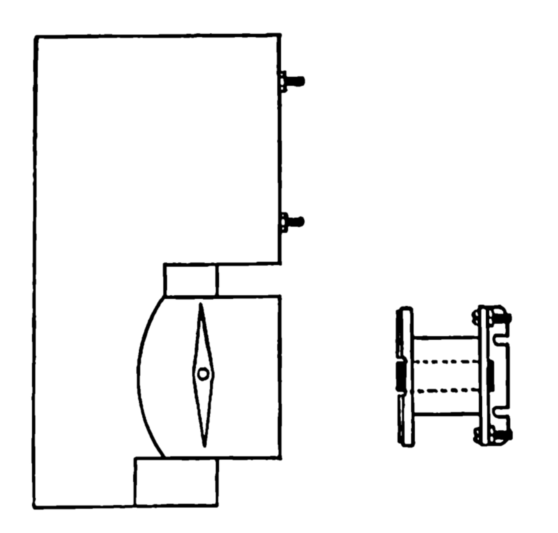
Tatsächlich, der Strom ist flink. Er ist sogar so flink, daß er den Weg um den ganzen Erdball — der einmal herum schon 40 000 km oder 40 Millionen Meter beträgt — in einer Sekunde sogar 7½mal zurücklegt! Auf unserem Bild sehen wir den Erdball im Raum schweben und haben diese Leitung einmal eingezeichnet, damit du siehst, wie lang der Weg ist.

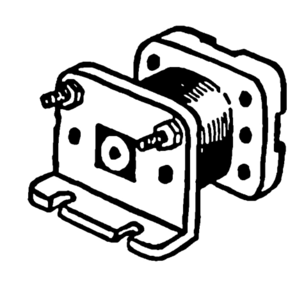
60. Die langsamen Elektronen

So ganz stimmt das allerdings nicht mit der Geschwindigkeit. Natürlich ist der Strom auf der anderen Seite sofort da, wenn du auf der einen Seite einschaltest.
Aber denken wir doch einmal an die Wasserleitung. Auch hier ist das Wasser sofort da, wenn wir den Hahn aufdrehen. Trotzdem sind die Wassertropfen in der kurzen Zeit, wo wir den Hahn aufgedreht haben, nicht vom Wasserwerk bis zu unserem Wasserhahn geflossen.
Vielmehr ist die ganze Leitung bereits voller Wasser und bei uns kommen nur die Tropfen heraus, die das Wasserwerk hinten nachschiebt. Genauso machen es die Elektronen auch. Sie warten schon im Draht, bis sie drankommen. Im Draht marschieren sie nur millimeterweise voran. Doch gehen sie mit Lichtgeschwindigkeit an die Arbeit: Das, was sich so schnell ausbreitet, ist sozusagen die Druckwelle.

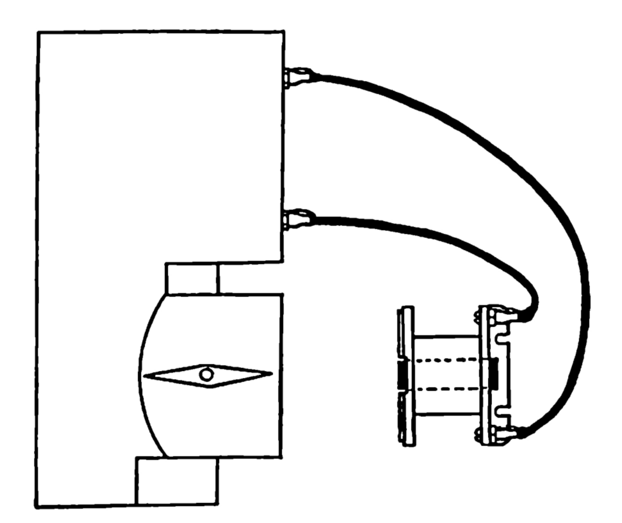
61. Der Elektromagnet

Jetzt stecken wir den Eisenkern in das Loch der Spule.





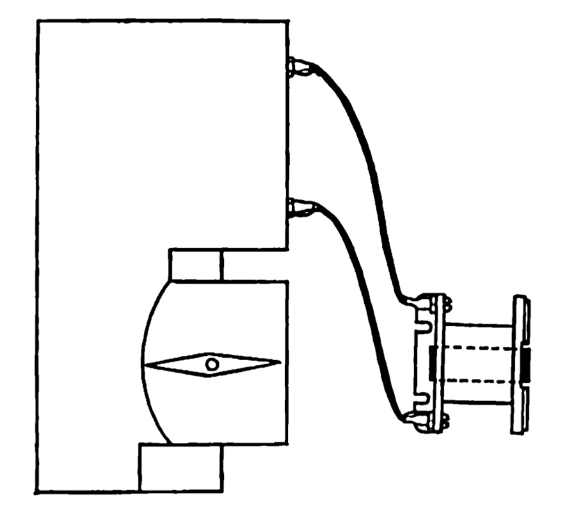
Wir stellen die Galvanometerplatte so daneben, daß die Magnetnadel quer zur Spule steht, solange der Strom noch nicht eingeschaltet ist.
Schließlich verbinden wir die Spulenanschlüsse über zwei Leitungen mit den Batterieanschlüssen.
Sofort dreht sich die Magnetnadel auf die Spule mit dem Eisenkern zu, so daß eine Spitze der Magnetnadel auf den Eisenkern zeigt.



Wir merken uns, ob es die blaue oder die silberne Spitze ist.

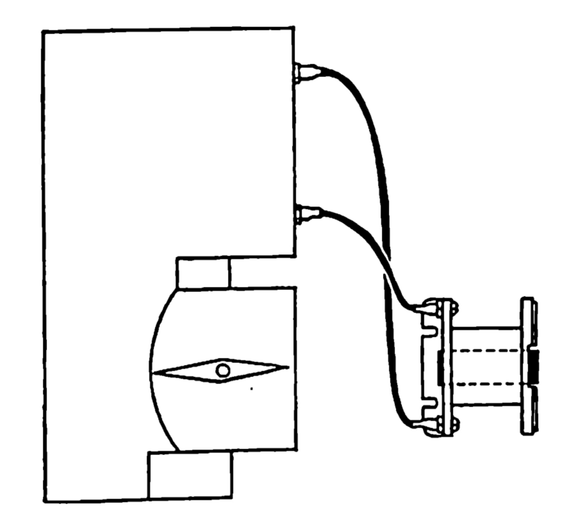
62. Hat er Nord- und Südpol?

Weil unser Elektromagnet ein richtiger Magnet ist, muß er auch zwei Pole haben, nämlich Nord- und Südpol. Wir können das gleich feststellen: Wenn wir die Spule umdrehen, wie auf dem nächsten Bild zu sehen ist, wird die andere Nadelspitze auf den Eisenkern zeigen.



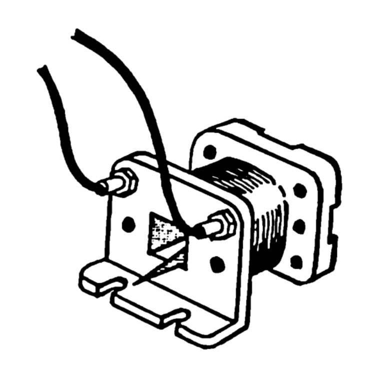
Natürlich dürfen wir die Batterieanschlüsse nicht vertauschen, wir lassen daher die Spule angesteckt und drehen sie nur um. Sofort zeigt die andere Nadelseite auf den Eisenkern.
Wie wir festgestellt haben, besitzt er tatsächlich Nord- und Südpol!

63. Wenn der Strom umgekehrt fließt



Nun wollen wir wissen, ob es etwas ausmacht, wenn der Strom anders herum durch den Elektromagneten fließt. Wir merken uns also, welche Spitze jetzt auf den Eisenkern gezeigt hat und vertauschen die beiden Stecker an den Batterieanschlüssen. (An der Spule müssen wir sie natürlich stecken lassen.) Wir sehen, daß sich dann die Pole des Elektromagneten umkehren. Für die Polarität eines Elektromagneten ist also wichtig, wie herum der Strom fließt.

64. Jetzt wird elektrisch magnetisiert



Wir nehmen den Eisenkern aus der Spule heraus und legen dafür die Magnetnadel ein, und zwar mit der blauen Spitze zur Anschlußseite hin. Dann geben wir kurz Strom durch die Spule. Nun setzen wir die Nadel wieder ins Kompaßgehäuse und sehen nach, welches der beiden Enden der Nadel nach Norden zeigt. Wenn wir das nächste Mal die Nadel anders herum in die Spule legen, die Spule für den Stromstoß aber so an die Bat-

terie anschließen wie vorher, zeigt später die andere Seite der Nadel nach Norden! Wir können mit der Spule also Magnete ummagnetisieren. In der Fabrik werden — natürlich mit viel größeren Spulen — die Stahlstücke aufmagnetisiert, die dann als Dauermagnete dienen sollen, wie unser Stabmagnet. Deshalb sollten wir unseren Stabmagneten nicht in die Spule stecken, solange wir durch diese Spule einen Strom fließen lassen. Er könnte dabei geschwächt werden. Ummagnetisieren können wir ihn mit unserer Spule natürlich nicht, dazu sind unsere Mittel zu schwach.

65. Der Strom fließt von Plus nach Minus

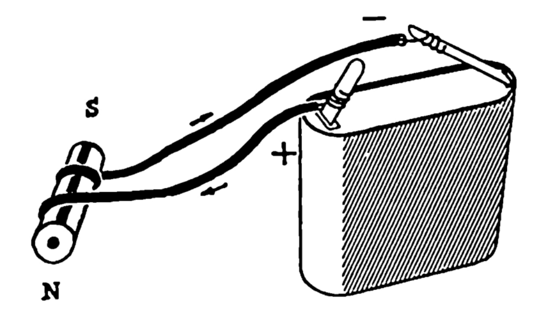
Jetzt wirst du staunen; denn vorhin haben wir doch gehört, daß die Elektronen sich in der Leitung vom Minus- zum Pluspol bewegen? Ja, das stimmt auch. Aber lange, ehe man wußte, daß es Elektronen gibt, hatte man schon die Wirkungen des elektrischen Stromes beobachtet. Man wußte auch, daß ein Strom fließt. Da man ihn aber nicht sehen konnte, legte man willkürlich eine Richtung fest und behauptete, daß der Strom von Plus nach Minus fließt. Für die meisten Wirkungen ist ja auch gleichgültig, wie man die Flußrichtung annimmt. (Vergleiche auch die Bemerkungen im Abschnitt 51).

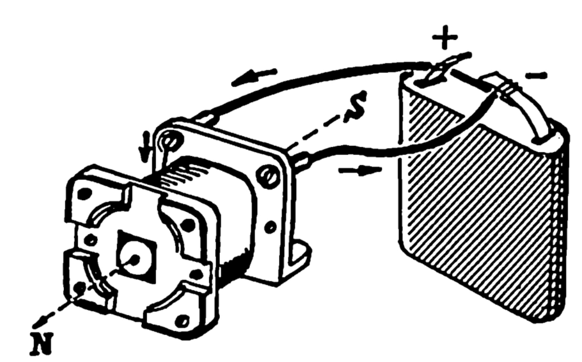
Da nun z. B. die Richtung des Stromes in der Spule nach den alten Regeln festgelegt wurde, hätte man nach Entdeckung der Elektronen alle Regeln ändern müssen. Man hat das nicht getan, sondern unterscheidet jetzt einfach: Die Elektronen bewegen sich von Minus nach Plus, die „rechnerische" Stromrichtung ist aber von Plus nach Minus. Wenn du also über die Stromrichtung etwas nachliest, gib Obacht, ob von Stromfluß oder von Elektronenbewegung die Rede ist; denn das ist ein Unterschied.

66. Wie liegen die Pole einer stromdurchflossenen Spule?

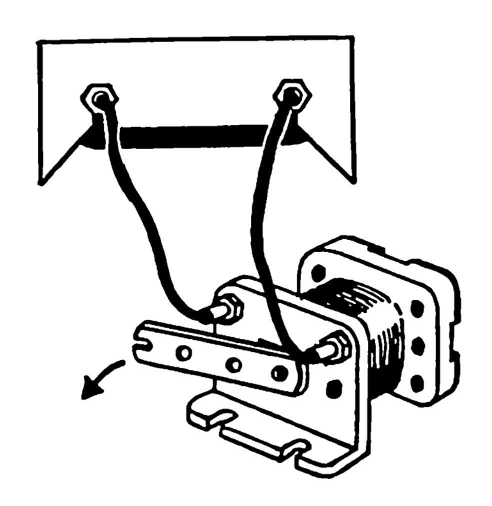
Jetzt gib Obacht; denn der Pfeil an den Leitungen zeigt nicht die Elektronenbewegung, sondern die Stromrichtung an!

Diese Zeichnung soll es dir erleichtern, den Wicklungssinn einer Spule festzustellen. Wenn beim Blick auf das Spulenloch der Strom linksherum fließt (entgegengesetzt wie der Uhrzeiger geht), ist der Nordpol der Spule an der dir zugewandten Spulenseite.





67. Ein einzelner vermag nicht viel



Wir wollen doch einmal sehen, wie stark unser Elektromagnet eigentlich ist. Dazu legen wir jetzt wieder den Eisenkern 21 in das viereckige Loch der Spule. Dann schließen wir die Spule an die Batterie an. Schließlich nehmen wir noch das Ankereisen 34 und halten es mit dem einen Ende so auf den in der Spule steckenden Eisenkern, daß das Ankereisen die ganze Stirnfläche des Eisenkerns berührt.

Jetzt versuchen wir, ob es schwer ist, das Ankereisen vom Eisenkern wegzuziehen — es ist nicht schwer.

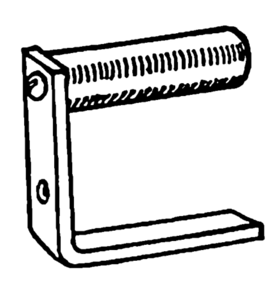
Was können wir tun, um eine bessere magnetische Anziehungskraft zu bekommen?

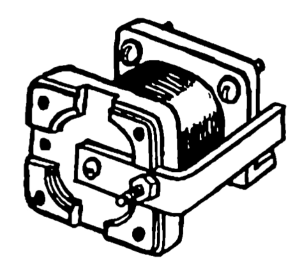
68. Vereinte Kraft macht stark

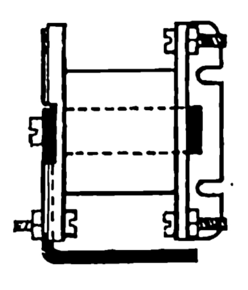
Da fällt uns ein, daß ja auch das andere Ende des Elektromagneten das Ankereisen halten könnte. Wenn nun beide Enden das Ankereisen gleichzeitig festhalten könnten, würde das eine größere Haltekraft ergeben. Dazu müßte man den Magnetismus von der anderen Seite des Eisenkerns natürlich um die Spule herum nach vorn leiten. Da Eisen den Magnetismus leitet, ist das tatsächlich möglich. Wir verwenden dazu den Jochschenkel 27.

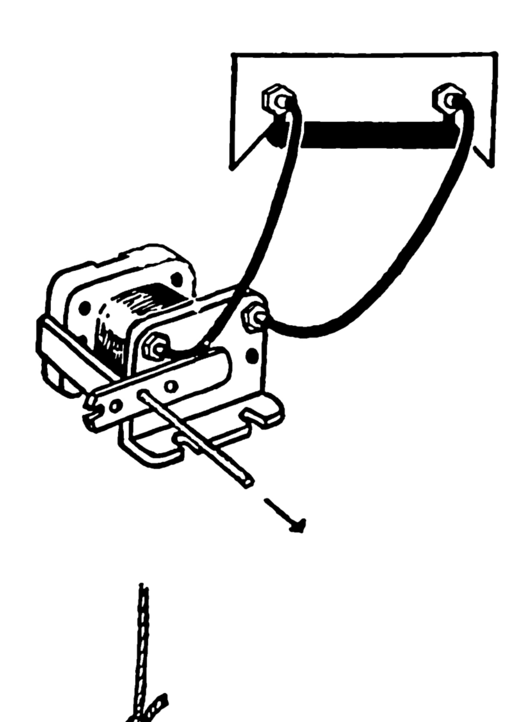
Zunächst lösen wir die Verbindung zwischen Spule und Batterie wieder; denn die Spule braucht ungefähr den 1½fachen Strom eines Birnchens, und den können wir während des Umbaues sparen.

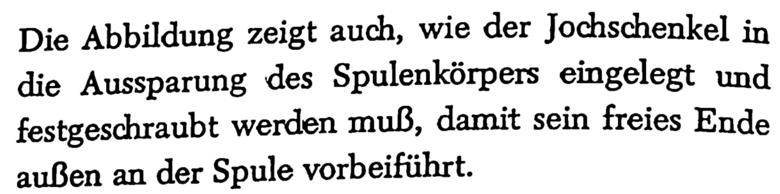
Dann nehmen wir den Eisenkern aus der Spule heraus und schrauben ihn mit einer Zylinderschraube 3 am Jochschenkel 27 fest, wie es die Abbildung zeigt. Damit Jochschenkel und Eisenkern nicht aus der Spule herausfallen können, schrauben wir sie gleich mit einer weiteren Zylinderschraube 3 und einer Mutter an die Spule. Die Mutter wird außen mit dem Gabelschlüssel festgezogen.











Die Abbildung zeigt auch, wie der Jochschenkel in die Aussparung des Spulenkörpers eingelegt und festgeschraubt werden muß, damit sein freies Ende außen an der Spule vorbeiführt.

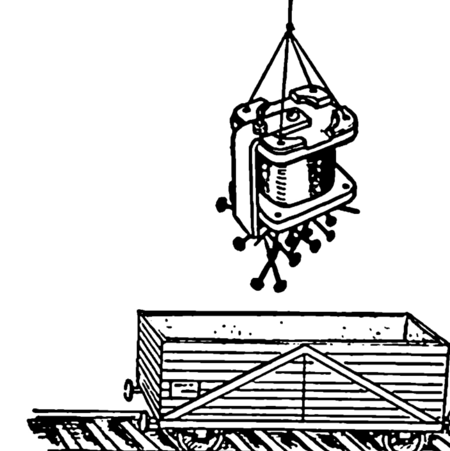
Wenn du jetzt am Ankereisen ziehst, mußt du schon ziemlich Kraft anwenden, um es wegzubekommen. Das ist besonders der Fall, wenn du das Ankereisen ganz gerade wegziehst, wozu du als Griff am besten eine Langschraube 39 durch das Mittelloch des Ankereisens steckst.

69. Eine Kraftprobe

Es wäre interessant zu wissen, wieviel Gramm man an das Ankereisen hängen kann, bis es wegreißt. Du kannst ja einmal eine Schnur wie in der Abbildung durch die beiden Ecklöcher des Spulenkörpers ziehen und den Elektromagneten daranhängen. Die zweite Schnur kommt um das Ankereisen, und an sie hängst du ein Gewicht. Immer mehr kannst du daranhängen, bis plötzlich das Ankereisen abfällt. Natürlich muß der Magnet gerade hängen, damit das Ankereisen nicht seitlich wegrutschen kann.

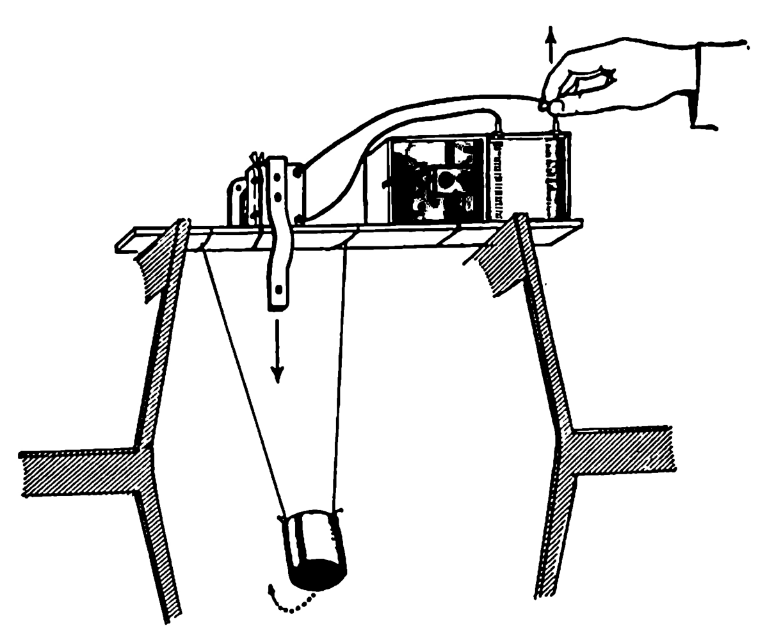
70. Ein Lasthebemagnet

Du kannst den Elektromagneten bei deiner Eisenbahn auch als Lasthebemagnet einsetzen. Auf Verladebahnhöfen, die Eisenschrott für Hüttenbetriebe umladen müssen, sind solche Lasthebemagnete in Gebrauch. Praktisch ist, daß so ein elektrischer Lasthebemagnet die Last einfach fallen läßt, wenn man den Strom ausschaltet. Auch nimmt er sie auf, ohne daß z. B. Eisenschrott erst gebündelt und extra am Kran befestigt werden müßte. Bei deiner Eisenbahn kannst du mit ihm z. B. einen Güterwagen mit Nägeln beladen.



71. Üb' Aug' und Hand

Wir stellen zwei Stühle mit etwas Abstand Lehne gegen Lehne. Über die Lehnen legen wir als Brücke ein Lineal oder ein schmales Brett, auf dem wir unseren Elektromagneten festbinden. Solange wir Strom durch ihn fließen lassen, soll er ein Poleisen 42 festhalten, das er polternd auf den Boden fallen läßt, wenn wir den Strom bei der Batterie ausschalten. Damit das Poleisen nach Ausschalten des Stromes auch wirklich zu Boden fällt und nicht an den Magnetpolen haften bleibt, bekleben wir sie mit einem Stückchen Papier oder einem Klebestreifen.

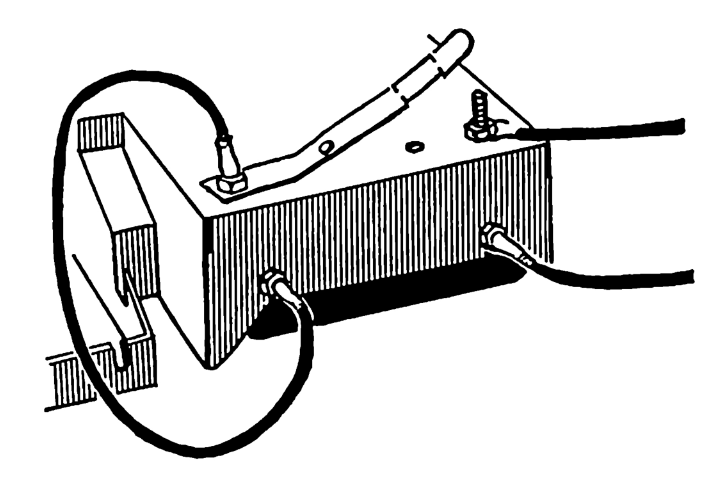


Jetzt hängen wir mit zwei Schnüren an das Brett eine offene Blechdose, an deren oberen Rand wir mit Hammer und Nagel an zwei gegenüberliegenden Stellen Befestigungslöcher eingeschlagen haben.

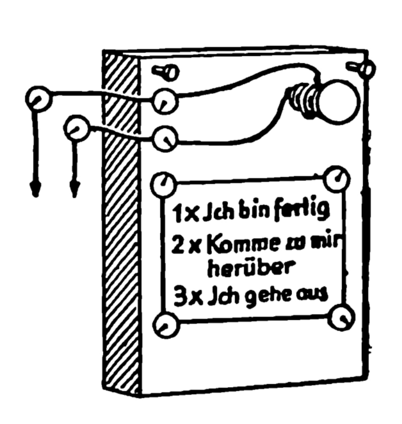
Die Dose wird halb mit Sand gefüllt und als Pendel in Bewegung gesetzt. Die Kunst soll nun darin bestehen, das Poleisen genau in die vorbeischwingende Blechdose fallen zu lassen. Es werden wohl nicht alles Treffer sein, aber durch einige Übung läßt sich der richtige Zeitpunkt zum Ausschalten des Stromes gut finden.

72. Der Strom vermittelt Nachrichten

Du hast bei deinen Versuchen über Beleuchtung gelernt, daß man Strom durch einfache Drähte fast auf beliebige Entfernung fortleiten kann. Wenn du irgendwie zwei genügend lange Drähte hast auftreiben können, wird es dir möglich sein, eine Verbindung mit deinem Bruder im Nebenzimmer herzustellen und z. B. bei ihm ein Lämpchen aufleuchten zu lassen. (Nimm dazu aber auf keinen Fall den Wicklungsdraht! Sonst besteht die Gefahr, daß dir weder Motor- noch Galvanometerversuche gelingen, zu denen der Draht noch



unzerschnitten und der Lack völlig unbeschädigt sein muß.) Die Platte mit Batterie und Taster bleibt in deinem Zimmer. Du benutzt dazu die Galvanometerplatte, auf der du den Taster aufbaust, wie ihn die Abbildung zeigt. (Die Schalterfeder wird zwischen beiden Löchern etwas hochgebogen.) Das wird die „Sendestation".
In Loch 99 kommt von unten eine Schraube. Ehe wir von oben die Mutter aufschrauben, wird noch das blanke Ende der langen Leitung untergeklemmt. Die andere lange Leitung wird an das rechte Batterieschräubchen angesteckt. Beide langen Leitungen führen zur Empfangsstation, also dem Lämpchen. Die linke Batterieanschlußschraube verbindest du über eine mittellange Leitung mit der Befestigungsschraube, die, von unten durch Loch 95 gesteckt, die Schalterfeder mit einer von oben aufgeschraubten Mutter hält. Wenn du jetzt auf die Schalterfeder drückst, berührt sie die Schraube in Loch 99, und der Strom fließt über den Taster.

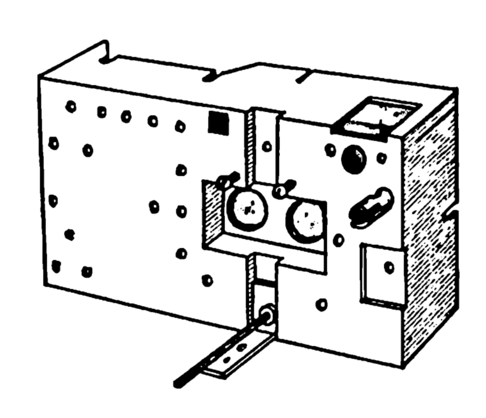


Du kannst nun mit deinem Bruder vereinbaren, was das einmalige oder mehrmalige Aufleuchten des Lämpchens für eine Bedeutung haben soll.

73. Ein hörbares Zeichen

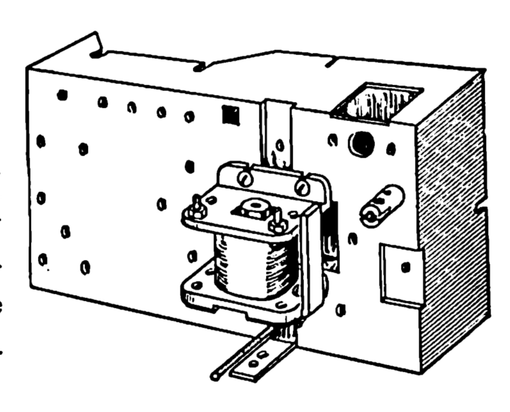
Vielleicht wirst du bald die Erfahrung machen, daß dein Bruder ab und zu dein Lichtsignal übersehen hat. Hörbare Signale wären daher manchmal besser.
Seit du den Elektromagneten kennengelernt hast, ist es dir auch möglich, solche Signale zu übertragen.
Du kannst das Ankereisen 3[illegible] auf den Tisch legen und deinen Elektromagneten so darüberstellen, daß er mit seinen Polen über dem Ankereisen steht. Wenn du aus einiger Entfernung, wie im vorhergehenden Versuch, Strom von deiner Sendestation einleitest und wieder ausschaltest, wird das Ankereisen angezogen, und nach der Stromunterbrechung fällt es wieder herunter. Wahrscheinlich bleibt das Ankereisen aber auch nach der Stromunterbrechung am Elektromagneten haften. Dies wird vermieden, indem du auf beide Polflächen ein Stückchen Papier aufklebst. Jetzt kannst du die gleichen Signale wie vorhin geben, die aber nun jeder hören kann.
Diese Empfangsstation läßt sich verbessern, wenn du die Grundplatte zum Aufbau eines richtigen Klopfers benutzt, wie er in der Anfangszeit der elektrischen Nachrichtenübermittlung üblich war.
Durch Loch 47 der Grundplatte wird von hinten eine Langschraube 39 gesteckt und mit ihr auf der Vorderseite ein Haltewinkel 28 befestigt. Durch Loch 19

kommt von unten eine Zylinderschraube 3, die von oben mit dem Klemmkörper 38 festgeschraubt wird.



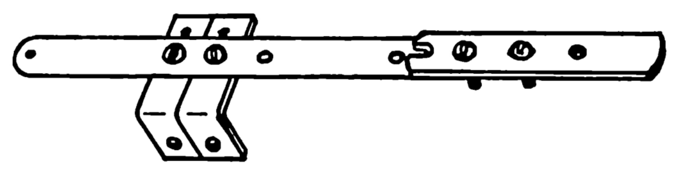
Nacheinander werden in Loch 16 und 18 von oben je eine Schraube eingeschraubt, während von unten die Mutter mit der Fingerspitze gegen das Loch gehalten wird. Diese beiden Schrauben werden nur so weit eingeschraubt, daß die Mutter gerade hält.

Unter die Schraubenköpfe dieser in Loch 16 und 18 befindlichen Schrauben wird nun die Halterung der Spule mit ihren Schlitzen geschoben. (Die Spule ist ja noch von den letzten Versuchen her mit Anschlüssen, Eisenkern und Jochschenkel versehen, die wir montiert lassen.) Die Schrauben in Loch 16 und 18 werden jetzt, nachdem die Spulenschlitze untergeschoben sind, festgeschraubt. Die Spule soll gerade sitzen.

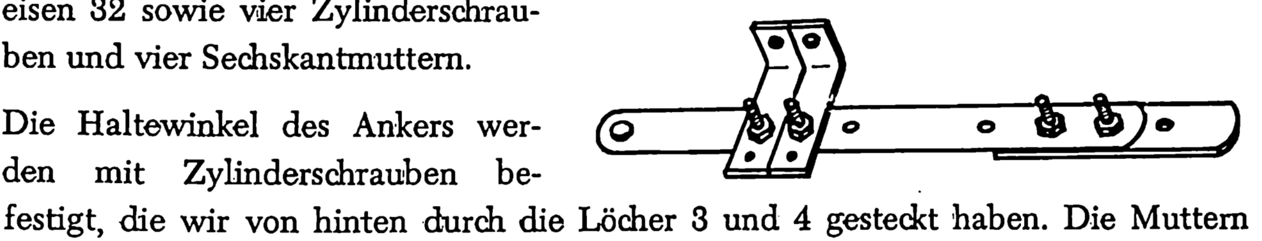


Wir bereiten jetzt den Anker vor, wie es die Abbildungen zeigen.

Wir benötigen dazu die Ankerfeder 35, zwei Haltewinkel 28, das Ankereisen 32 sowie vier Zylinderschrauben und vier Sechskantmuttern.

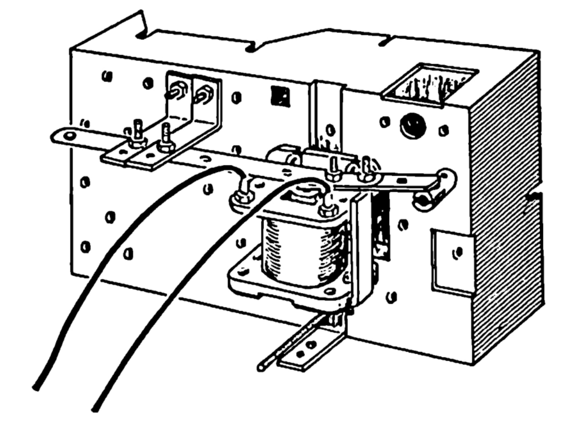


Anker von der einen und der anderen Seite gesehen

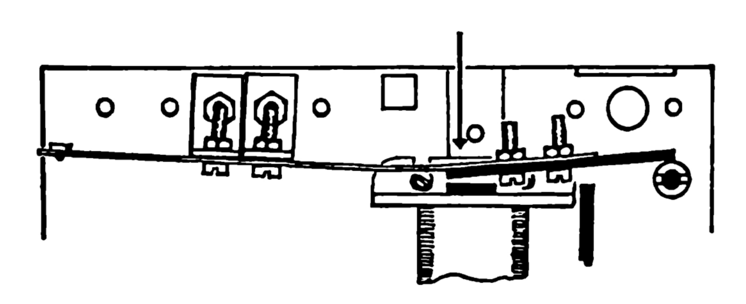


Die Haltewinkel des Ankers werden mit Zylinderschrauben befestigt, die wir von hinten durch die Löcher 3 und 4 gesteckt haben. Die Muttern werden von der Vorderseite her aufgeschraubt. Die Schrauben an den Haltewinkeln werden aber erst ganz zuletzt festgezogen. Der Anker muß zuvor nämlich noch richtig eingestellt werden:

Das Ankereisen soll genau über Eisenkern und Joch führen und am Ende noch etwas auf dem Klemmkörper aufliegen. Die beiden Befestigungsschrauben des Ankereisens sollen zwischen Eisenkern und Jochschenkelende liegen und das Jochschenkelende noch nicht berühren.



In dieser Lage schrauben wir nun die Schrauben an den Haltewinkeln endgültig fest, wobei die Haltewinkel etwas seitlich verdreht sind, wie die Abbildung es etwas übertrieben darstellt. Die Ankerfeder wird so etwas gespannt (evtl. etwas biegen). Es soll damit erreicht werden, daß der Klopfer nicht nachschnarrt, weil das Klopfgeräusch nur dadurch zustande kommt, daß das Ankereisen den Eisenkern an der in der Abbildung mit Pfeil gekennzeichneten Stelle berührt, wenn getastet wird. Die Abbildung zeigt also den stromlosen Zustand.

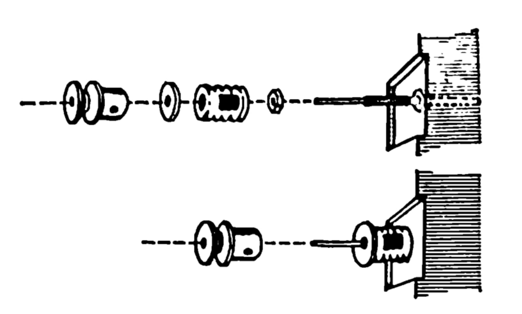


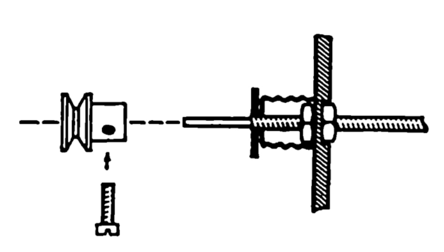
Wenn wir jetzt die beiden Leitungen von der Sendestation an die Spulenanschlüsse stecken, wozu wir noch einen Schlauchstecker an das blanke Ende der einen langen Leitung montieren, kann das Klopfen beginnen.

Mit diesem selbstgebauten Apparat macht dir das Klopfen nun viel mehr Spaß!

74. Elektromann lernt schreiben

In der Abbildung auf der folgenden Seite sind zum Klopfer noch einige Teile hinzugefügt, z. B. die Mine aus einem Kugelschreiber und ein Papierstreifen, so daß aus dem Klopfer ein Apparat geworden ist, der sogar schreiben kann. Er schreibt allerdings grundsätzlich nur auf Papierstreifen. Zunächst müssen wir für die Schreibunterlage sorgen, über die der Papierstreifen laufen soll.





Mutter gut festziehen!

Wir schrauben auf die Motorwelle 40 an der Seite mit dem langen abgesetzten Ende eine Sechskantmutter auf. Dann stecken wir die Achse mit diesem langen dünnen Ansatz von hinten durch Loch 29, bis die Sechskantmutter hinten bequem in ihrer Sechskantvertiefung liegt.

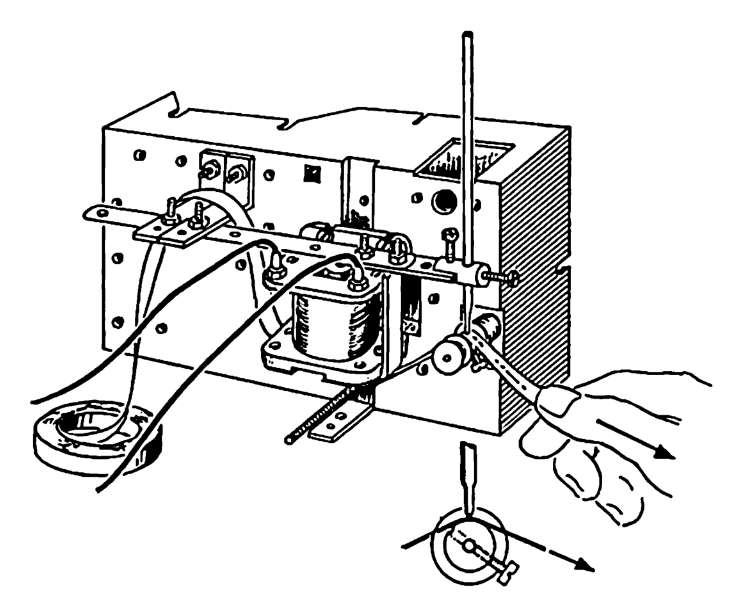
Wenn wir jetzt von hinten leicht dagegendrücken, daß die Mutter aus ihrer Vertiefung nicht heraus kann, läßt sich durch Drehen an der Motorwelle einstellen, wie weit sie vorn herausschaut.
Die Motorwelle soll vorn so weit herausstehen, daß man eine Gewindehülse 28

und die Zentrierscheibe 4 draufstecken kann und die Zentrierscheibe gerade mit dem Gewinde abschließt. Um Verwechslungen zu vermeiden: Die Zentrierscheibe ist aus Hartpappe, die Membranscheibe dagegen aus Gummi.

Jetzt wird zunächst von außen eine Mutter aufgeschraubt und die Motorwelle so befestigt. Dann werden, wie auf der Abbildung gezeigt, Gewindehülse und Zentrierscheibe aufgesteckt. Zum Schluß kommt die Schnurlaufrolle 41 auf den herausstehenden glatten Ansatz und wird mit der seitlich eingeschraubten, nach rechts unten zeigenden Schraube befestigt, wie es auf der nächsten Abbildung zu sehen ist.

Schließlich schrauben wir den Klemmkörper 38 von der Grundplatte ab. Er kommt auf das Ankereisen. Wir dürfen beim Anschrauben des Klemmkörpers 38 aber keine Gewalt anwenden, damit er sich nicht verbiegt oder gar bricht. Durch sein Querloch können wir dann eine Kugelschreibermine stecken, die mit einer seitlich eingeschraubten Halbrundschraube gehalten wird.

Besonders wichtig ist das richtige Einstellen des Kugelschreibers. *Er soll immer auf dem Papierstreifen aufliegen.* Wenn man nämlich ohne Druck einen Kugelschreiber über das Papier führt, schreibt er noch nicht! Erst wenn gedrückt wird, beginnt er zu schreiben. In unserem Falle erzeugt die Kraft unseres Elektromagneten diesen zusätzlich notwendigen Druck.



Jetzt muß genau eingestellt werden: Je nachdem, wie wir den Kugelschreiber einspannen, lang oder kurz, wird nämlich das Schreibergebnis sein: Er soll zwar immer auf dem Streifen aufliegen, aber wenn er zu kurz eingespannt ist, kommt das Ankereisen zu nahe an die Magnetpole und drückt so fest, daß das Papier einreißt. Ist er dagegen zu lang eingespannt, dann ist das Ankereisen durch ihn hochgehoben, und wegen der Entfernung von den Magnetpolen ist die Kraft nur schwach. Er schreibt dann überhaupt nicht. — Am besten eignen sich Kugelschreiber, mit denen schon etwas geschrieben wurde.

Damit der Kugelschreiber auf dem höchsten Punkt der Schreibunterlage aufliegt, kann man die Stellung des Klemmkörpers auf dem Ankereisen entsprechend verändern. Man kann auch mehrere Spuren nebeneinander schreiben, wenn man den Klemmkörper jeweils seitlich etwas verschiebt. Natürlich kann man dann auch noch die Rückseite des Papiers beschreiben. Das Papier wird auf den Boden gelegt, der

Streifen sodann mit seinem i n n e r e n Ende in den Schreibapparat eingefädelt: Hinter der Ankerfeder über die beiden Haltewinkel der Ankerfeder, dann unter der Langschraube (in Loch 47) hindurch und über den Ansatz der Schnurlaufrolle, wie es auf der Abbildung zu sehen ist.

75. Elektromanns einfache Schrift

Der Apparat schreibt nur eine sehr einfache Schrift. Für ihn und alle anderen elektrischen Schreiber hat der Amerikaner Morse ein besonderes Alphabet zusammengestellt, aus lauter Punkten und Strichen. Hier ist es:

- e	— t
-- i	—— m
--- s	——— o
---- h	———— ch

Für die folgenden Buchstaben werden Striche und Punkte gemischt verwendet.

—- n	-— a	-—-- l	-—- r	——- g
—-- d	--— u	--—- f	—-— k	-—— w
—--- b	---— v			

Schwerer zu behalten sind die letzten und selteneren

--—— ü	-—-— ä	-——— j
—--— x	—-—- c	—-—— y
——-- z	-——- p	——-— q
		———- ö

Zahlen und Zeichen:

1 -————	6 —----	Fragezeichen --——--
2 --———	7 ——---	Punkt -—-—-—
3 ---——	8 ———--	Komma ——--——
4 ----—	9 ————-	Spruchanfang —-—-—
5 -----	0 —————	Spruchende -—-—-

Klammer auf —-——-— Klammer zu —-——-—

Bruchstrich —--—- Bindestrich —----— Doppelstrich —---— Warten -—---

Ein wenig wirst du dich schon mit der einfachen Schreibweise befassen müssen. Kannst du die nachfolgenden Sätze lesen? Es wird am besten sein, über jedes Zeichen den dazugehörigen Buchstaben einzuschreiben.

-—-- -- - —--- - -—- --—- -—- - --— —-

—-- -- ———— ---- -— —--- - —— -- —

—— - -- —- - —— - -—-- - —-— — -—-

——— —— -— —- —- ---— -- - -—-- -

··· ———— ———· —· · ···— · ·—· ··· ··—

———— · ——· · —— ·— ———— — ··· ·

·· — ·· ———— ·· ···· —· —·— · —· —·

· ···· ·— —··· · ·· ———— —·— · ·· —·

· ·—·· ·— —· ——· · ·—— · ·· ·—·· ——

· ···· ·—· —·· · ·· —· ··—· ·—· ·· — ——··

Du wirst deinem Freund natürlich auch einen solchen Brief schreiben, damit er daran die Zeichen üben kann.

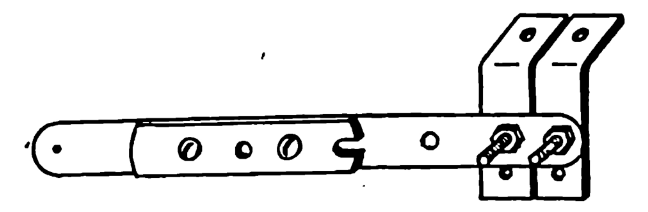
Wenn dein Apparat wirklich schreiben soll, muß dein Freund den Papierstreifen langsam und gleichmäßig weiterziehen, während du den Taster bedienst. Bei einem kurzen Tastendruck erscheint ein Punkt, bei einem dreimal längeren Tastendruck schreibt er einen Strich. (Zwischen den Punkten und Strichen eines Buchstabens soll die Pause genau so lang sein wie ein Punkt, zwischen den Buchstaben beträgt der Abstand Strichlänge und zwischen den einzelnen Wörtern fünf Punktlängen.)

Wenn es dir gelungen ist, auf diese Weise einige kurze Sätze zu übertragen, hast du das Wesen des Morsetelegrafen verstanden.

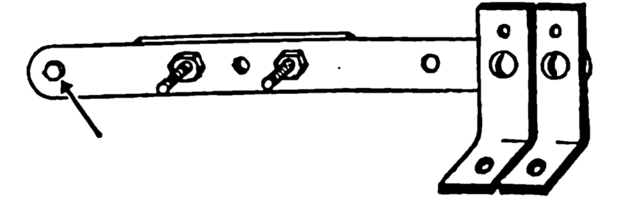
76. Wir bauen ein Rasselwerk

Da du dich jetzt mit den Morsezeichen recht gut auskennst, willst du vielleicht auch eine Morsebotschaft ins Nachbarzimmer zu deinem Bruder schicken. Bisher hast du dazu den Klopfer benutzt, der sich aber zum Abhören von Morsezeichen nicht besonders eignet, da man Punkte und Striche bei ihm mit dem Gehör nur sehr schwer unterscheiden kann. Wie wäre es, wenn wir den Morseschreiber in ein Rasselwerk umbauen? Mit ihm kannst du Morsezeichen hörbar übertragen.

Wir bauen vom Morseschreiber alles ab bis auf die Spule mit Eisenkern und Jochschenkel. Jetzt haben wir also nur die Grundplatte mit dem schon montierten Elektromagneten vor uns liegen. Zunächst bauen wir nun den Anker für seine neue Aufgabe um, wie nebenstehende Abbildungen es zeigen.



Von der anderen Seite gesehen:

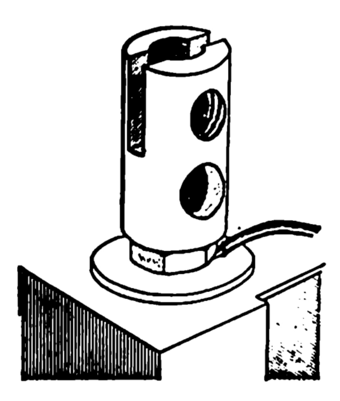


Der Pfeil deutet auf den Kontaktniet aus Silber, dessen große Fläche auf dieser Seite sitzen soll.

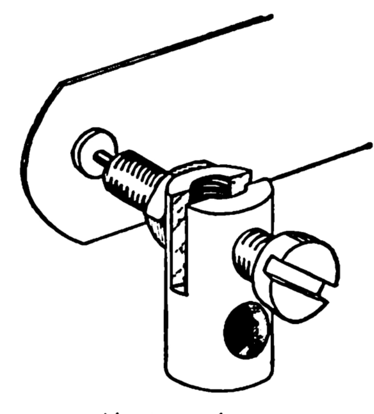
Nun wird die Grundplatte vorbereitet: Durch Loch 9 kommt von unten eine

Schraube 3. Von oben kommt zuerst eine Pappscheibe darauf, dann eine Mutter, unter die wir das 12 mm blanke Ende einer kurzen Leitung einklemmen. Das andere Ende der kurzen Leitung bekommt einen Schlauchstecker. Wir benutzen dazu unsere bisherige kurze Leitung, die wir von den verbundenen Lämpchen abnehmen.

Oben auf den Schraubenstiel kommt der Klemmkörper 38, den wir in die auf der Abbildung gezeichnete Richtung drehen. Sollte er nach dem Festschrauben zufällig in einer anderen Richtung stehen, lockern wir Klemmkörper und Mutter etwas und stellen die Schrauben unten ein entsprechendes Stück nach. Dann ziehen wir wieder alles fest.

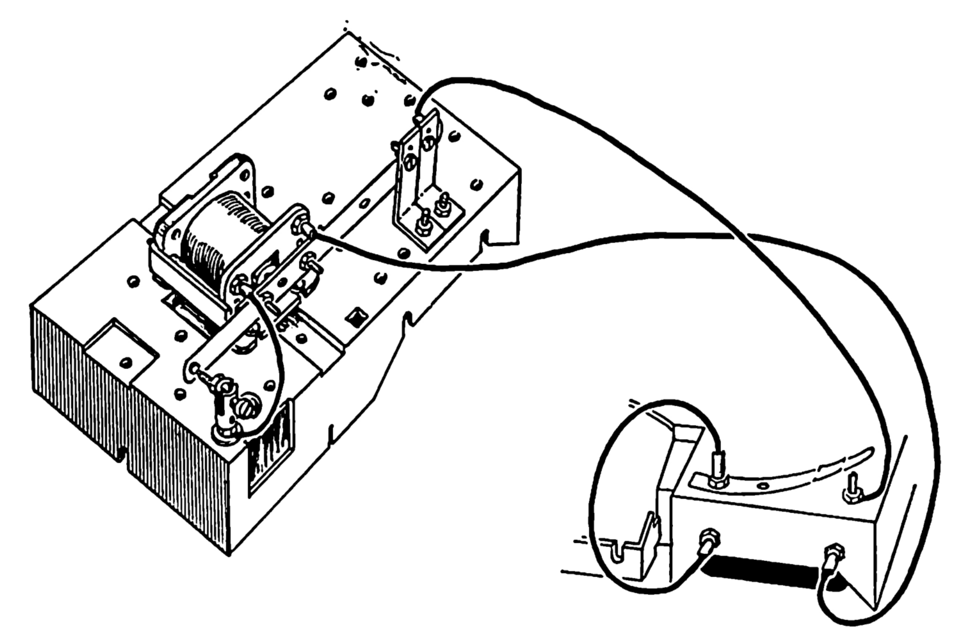


Montage des Klemmkörpers



Montage der Kontaktschraube

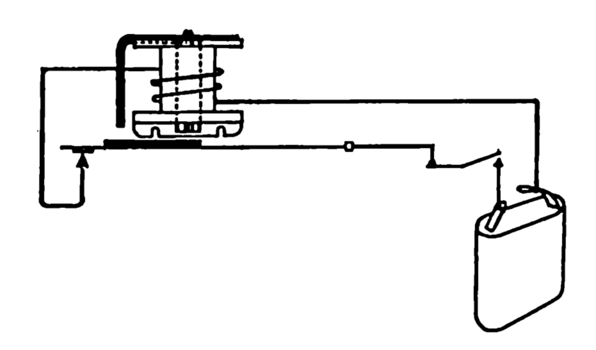
Nun wird der Anker mit von unten durch die Löcher 2 und 3 gesteckten Schrauben festgemacht. Dann wird die Kontaktschraube 14 in das Querloch des Klemmkörpers eingesetzt, wie es die Abbildung zeigt. Die aufgeschraubte Gegenmutter dient zum Feststellen der Kontaktschraube. Wir müssen besonders darauf achten, daß die Silberspitze der Kontaktschraube auf die Mitte des Silberkontaktnietes der Ankerfeder trifft. Ferner achten wir darauf, daß sich der Rand des Ankereisens nicht an der Innenseite des Jochschenkels festhaken kann. Durch leichtes Verdrehen der Haltewinkel bzw. der Spule läßt sich dieser Fehler vermeiden. Die Leitungen werden angeschlossen, wie es die Abbildung zeigt.



Jetzt muß das Rasselwerk nur noch richtig eingestellt werden: Wir drehen die Kontaktschraube so weit wie möglich heraus, daß ihre Spitze gerade noch aus der Mutter heraussteht. Die Ankerfeder wird so nachgebogen, daß das Silberplättchen auch jetzt noch gegen die Spitze der Kontaktschraube drückt. Zwischen Ankereisen und Eisenkern soll ein Abstand von ungefähr einem Millimeter sein.

Während dein Freund den Taster von der Sendestation drückt, drehst du die Kontaktschraube langsam hinein, bis es einen schönen Rasselton gibt. Je weiter du die Kontaktschraube hineindrehst, desto schneller wird das Rasseln. Wenn du zu weit hineindrehst, bleibt der Anker am Eisenkern haften. Dann drehst du ein Stück zurück. In der besten Lage kannst du die Gegenmutter der Kontaktschraube festziehen.

Vorhin beim Klopfer wurde der Anker nur angezogen, wenn jemand den Taster drückte, und losgelassen, wenn auch der Taster losgelassen wurde. Wie kommt es wohl, daß der Anker jetzt dauernd hin- und herschwingt, auch, wenn der Finger ganz ruhig auf dem Taster liegen bleibt? Es sieht gerade so aus, als ob jemand dauernd schnell hintereinander aus- und einschaltet, solange der Taster gedrückt ist.



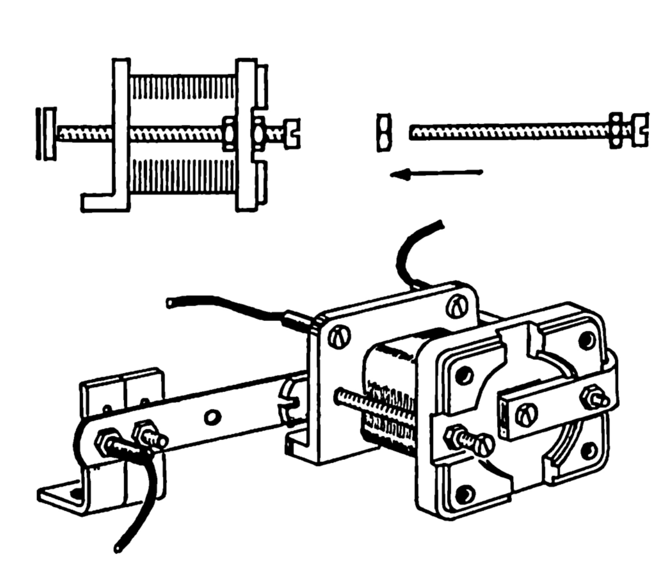
Wenn wir den Stromlaufplan verfolgen, kommen wir sehr schnell dahinter, wer immer aus- und einschaltet: Der Elektromagnet selbst ist es, der über das Ankereisen die Ankerfeder wie einen eigenen Taster bewegt und dadurch seine Stromzufuhr immer wieder unterbricht. Man nennt diese Anordnung deshalb auch Selbstunterbrecher.

Wenn bei der Sendestation auf den Taster gedrückt wird, zieht der Elektromagnet den Anker an, weil die Spule vom Strom durchflossen wird. Der Anker öffnet dabei aber den Kontakt an der Kontaktschraube und der Stromkreis ist unterbrochen. Jetzt ist die Spule stromlos und läßt den Anker los. Hierdurch schließt sich der Kontakt an der Kontaktschraube und die Spule bekommt wieder Strom. Jetzt zieht der Elektromagnet den Anker wieder an, usw. So entsteht ein herrliches Rasselkonzert.

77. Er summt vor sich hin

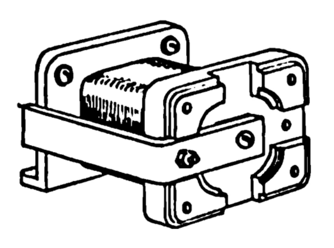
Wir können ganz leicht einen Summer aus unserem Rasselwerk machen, wenn wir eine Justierschraube einbauen. Wir nehmen dazu die Langschraube 39 und fädeln sie, wie die umstehende Abbildung zeigt, seitlich an der Seite in den Spulenkörper ein, die dem Jochschenkel abgewandt ist. Die Schraube drückt nun gegen das Anker-

eisen und läßt sich mit den beiden Muttern in jede Lage einstellen. Wir können jetzt, nachdem die Justierschraube gegen das Ankereisen drückt, mit der Kontaktschraube weiter herangehen, so daß sich der Anker dem Elektromagneten nähert; denn die Justierschraube verhindert das Hängenbleiben des Ankereisens am Elektromagneten. Wenn wir abwechselnd Justierschraube und Kontaktschraube nachstellen, können wir einen quäkenden Summton mit unserem Summer erzeugen. In der günstigsten Lage ziehen wir dann die Gegenmutter der Kontaktschraube und die beiden Muttern der Justierschraube an. Bei richtiger Einstellung entsteht ein hoher Ton. Wir gehen aber mit der Kontaktschraube wieder etwas zurück, wenn wir den hohen Ton gefunden haben, damit der Einsatz beim Tasten immer sauber kommt.

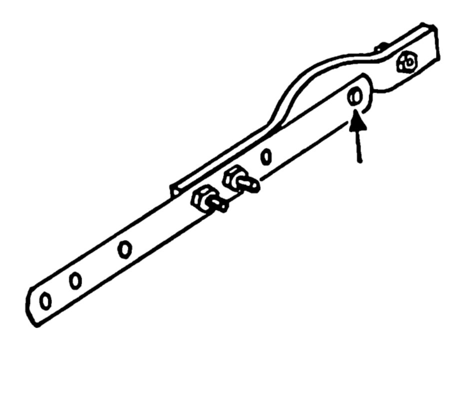


78. Wir bauen eine elektrische Klingel

Nachdem wir nun das Prinzip des Selbstunterbrechers kennengelernt haben, können wir auch eine elektrische Klingel bauen. Hierzu nehmen wir von der Grundplatte alles ab, bis auf die Spule. Aus dem Spulenkörper entfernen wir die Justierschraube. Nun wird der Jochschenkel vom Spulenkörper losgeschraubt und mit dem Eisenkern aus der Spule herausgezogen. Wir setzen ihn dann spiegelbildlich wieder in die Spule ein, daß der Schenkel an die Spulenseite kommt, wo vorher die Justierschraube war.

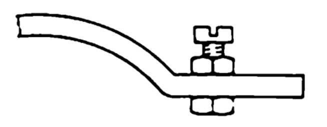


Jetzt stellen wir den Anker zusammen. Dazu brauchen wir die Ankerfeder 35, ein Poleisen 42 und drei Zylinderschrauben sowie vier Sechskantmuttern. Dann bauen wir alles so zusammen, wie es die folgenden Abbildungen zeigen.



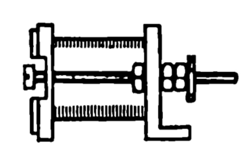
Auch jetzt achten wir auf die Lage der großen Fläche des Silberkontaktes an der Ankerfeder (Pfeil).

Die am Ende des Poleisens befindliche einzelne Schraube ist der Klöppel.

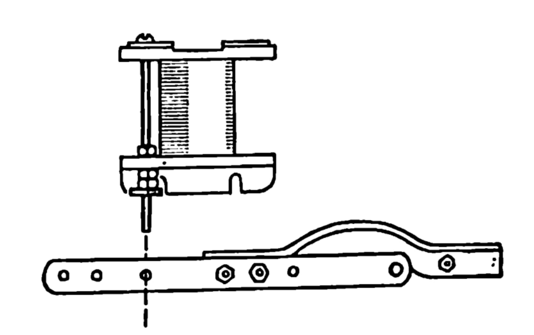


Zur Montage des Ankers muß an der freien Seite der Spule eine Langschraube eingesetzt werden.

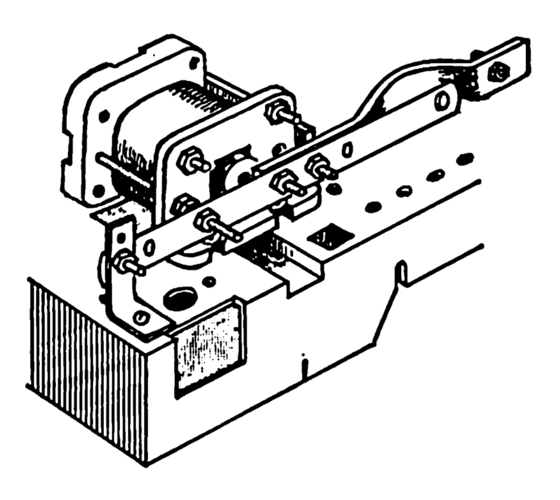
An der Außenseite des Spulenkörpers werden auf diese Langschraube, wie auf der Abbildung zu sehen ist, zuerst zwei Sechskantmuttern aufgeschraubt sowie eine Pappscheibe 16 aufgesteckt. Dann wird der Anker draufgesteckt und lose mit einer Mutter angeschraubt. Diese Mutter wird erst festgezogen, wenn der Anker am Haltewinkel befestigt ist.



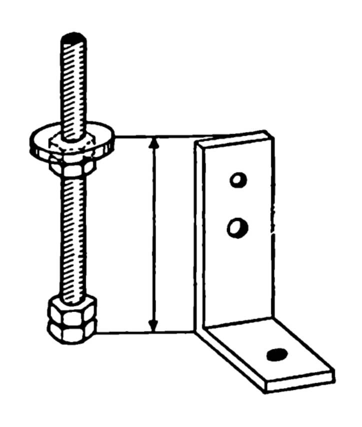
Jetzt wird ein Haltewinkel in Loch 9 montiert und der Anker von hinten an ihn festgeschraubt. Die Mutter auf der Langschraube kann nun festgezogen werden.

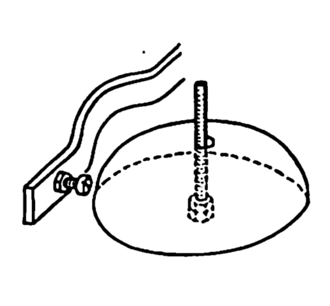


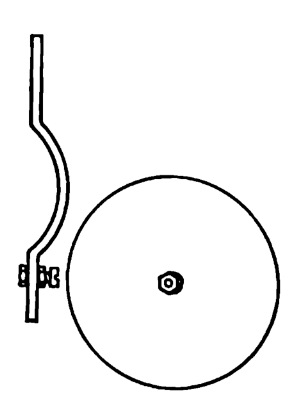
Die Montage des Klemmkörpers 38 wird genauso vorgenommen, wie in Abschnitt 76 beschrieben, nur daß er jetzt in Loch 2 befestigt wird. Die Kontaktschraube wird aber vorerst noch nicht eingesetzt.



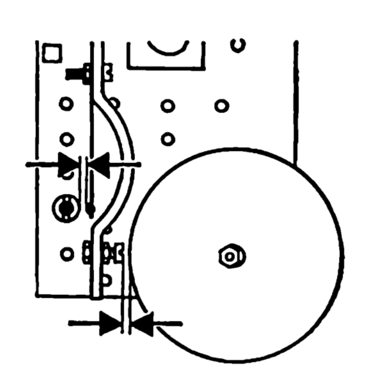
Schließlich wird der Glockenständer aufgebaut: Durch Loch 31 kommt von unten die andere Langschraube, die von oben mit zwei Muttern ganz festgeschraubt wird. Ungefähr in die Mitte des Gewindes schrauben wir zwei Sechskantmuttern, die gegeneinander festgezogen werden. Auf diese beiden Muttern kommt eine Pappscheibe. Damit du diese Muttern gleich in der richtigen Höhe montierst, ist auf der Abbildung zum Vergleich ein Haltewinkel danebengestellt. Der obere Rand des Haltewinkels hat die gleiche Höhe wie die obere Seite der Pappscheibe. Der Haltewinkel wird aber nicht montiert, sondern dient nur als Maßstab.



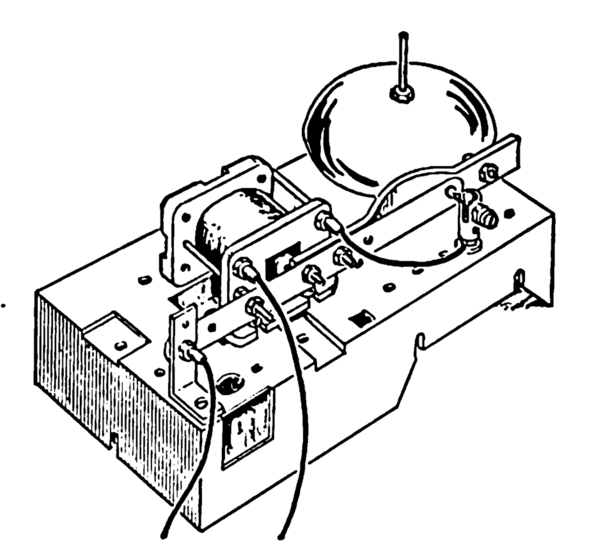


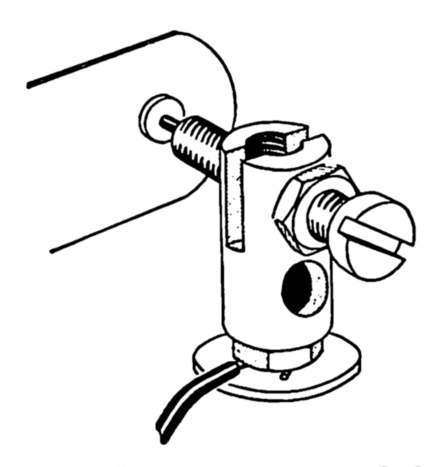


Oben auf die Pappscheibe wird die Glockenschale 43 gestülpt und mit einer Mutter festgeschraubt. Dabei wirst du sehen, daß das Loch in der Glockenschale viel größer ist, als es für die Langschraube zu sein brauchte. Das hat aber einen Grund: Du kannst vor dem Festziehen der Mutter die Glockenschale noch seitlich verschieben. Wir schieben sie möglichst weit vom Klöppel weg, wie es auf der Abbildung angedeutet ist.
Ehe wir die Kontaktschraube einsetzen, müssen wir noch den Anker einstellen, damit die Klingel nachher auch laut geht.
Die mit Pfeilen gekennzeichneten Abstände sollen in Ruhelage des Ankers gleich sein. Wir biegen also die Ankerfeder direkt neben der Mutter an der Langschraube etwas heraus, bis die gewünschte Ankerruhestellung erreicht ist.



Abstand Kontaktfläche bis Rand des Klemmkörpers soll gleich sein dem Abstand Klöppel bis Berührungsstelle Glockenschale.
Jetzt können wir die Kontaktschraube 14 einsetzen. Diesmal kommt die Gegenmutter zum Feststellen zwischen Klemmkörper und Kopf der Kontaktschraube.
Die Anschlüsse sind schnell hergestellt: Der Draht, der unter dem Klemmkörper sitzt (siehe Abbildung), kommt mit seinem Stecker an den rechten Spulenanschluß. Die anderen Anschlüsse von der Sendestation kommen an den anderen Anschluß



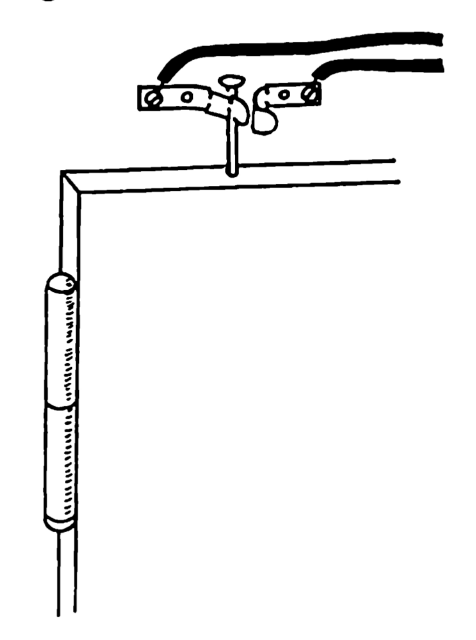


der Spule und an die Befestigungsschraube, die die Ankerfeder am Haltewinkel hält.
Sobald wir die Kontaktschraube weit genug hineingeschraubt haben, klingelt es, wenn wir die Taste niederdrücken. Wir suchen uns die günstigste Stellung aus, dann wird die Gegenmutter festgezogen.

Wenn wir weitere Versuche machen wollen, können wir den Klang der Klingel verändern, indem wir z. B. den Klöppel oder die Glockenschale verstellen und mit der Kontaktschraube nachregeln.
Wenn du einmal Gelegenheit hast, in die Klingel, die in der Wohnung hängt, hineinzuschauen, wirst du feststellen, daß sie fast die gleichen Teile enthält.

79. Die Ladenklingel

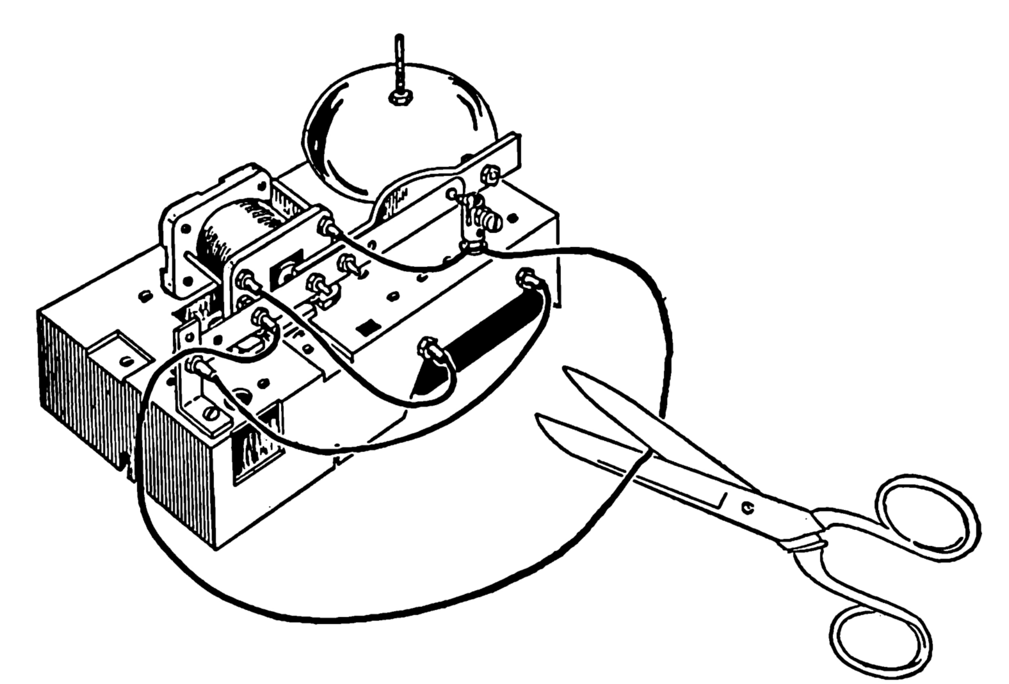
Du kannst dir leicht eine Ladenklingel bauen. Anstelle des Schalters nimmst du zwei Blechstreifen oder die beiden Schalterfedern. Zu jeder dieser Schalterfedern führt ein Draht, der sonst zum Schalter führt, und den du gleich mit unterklemmst, wenn du die beiden Schalterfedern mit Holzschrauben an der Kante über der Tür festmachst.
Die Schalterfedern müssen so gebogen sein, daß sie sich gerade noch nicht berühren, daß aber ein Nagel, den man zwischen ihnen hindurchschiebt, beide berührt. Diesen Nagel schlägst du oben in die Tür ein. Er gibt beim Öffnen und Schließen der Tür Kontakt zwischen den beiden Schalterfedern und es klingelt.



Am besten geht es an der Seite, wo die Tür ihr Scharnier hat. Damit du keine langen Leitungen brauchst, kannst du die Batterie gleich in die Grundplatte mit einbauen und die Klingel neben der Tür auf einen Schrank stellen.
Jetzt kann sich niemand mehr in dein Zimmer schleichen, ohne daß du es merkst.

80. Der überlistete Einbrecher

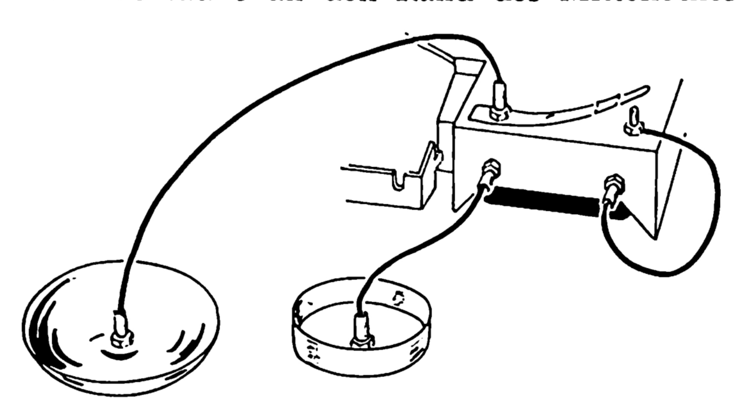
Du kannst dir schon vorstellen, wie man es machen muß, daß z. B. in einem Goldwarengeschäft sofort eine Klingel ertönt, wenn nachts eine Türe oder ein Fenster geöffnet wird. Schlaue Einbrecher, die etwa eine Leitung von der Tür ausgehen sehen, könnten auf den Gedanken kommen, die Drähte abzuschneiden, damit die Klingel sie nicht verrate. Nun gibt es für solche Alarmanlagen eine Klingel, die gerade dann zu läuten anfängt, wenn man den Draht abschneidet. Merkwürdig, nicht wahr, aber doch ganz einfach! Die Batterie ist direkt angeschlossen, geht also nicht erst über einen Schalter. Man sollte also denken, daß es dauernd klingeln würde. Das ist jedoch nicht so; denn von der Kontaktschraube führt ein langer Draht



an die Ankerfeder, so daß der Schalter, den die Kontaktschraube mit der Ankerfeder bildet, überbrückt ist. So zieht also der Anker an und läßt vorläufig nicht wieder los — bis jemand diesen Draht abschneidet. Dann klingelt es dauernd.
Du kannst diesen Versuch machen, darfst ihn aber nicht zu lange ausdehnen, denn sonst wird die Batterie bald leer, die Klingel braucht nämlich weniger Strom, wenn sie klingelt, als wenn sie in dieser Schaltung schweigt.

81. Ob man sich mit der Taschenlampenbatterie elektrisieren kann?

Wir nehmen die Aluminiumdose 12 und machen im Mittelloch eine Schraube fest. Dann nehmen wir von der Klingel die Glockenschale ab und schrauben auch hier eine Schraube an den Rand des Mittelloches (ohne Pappscheibchen dazwischen!).



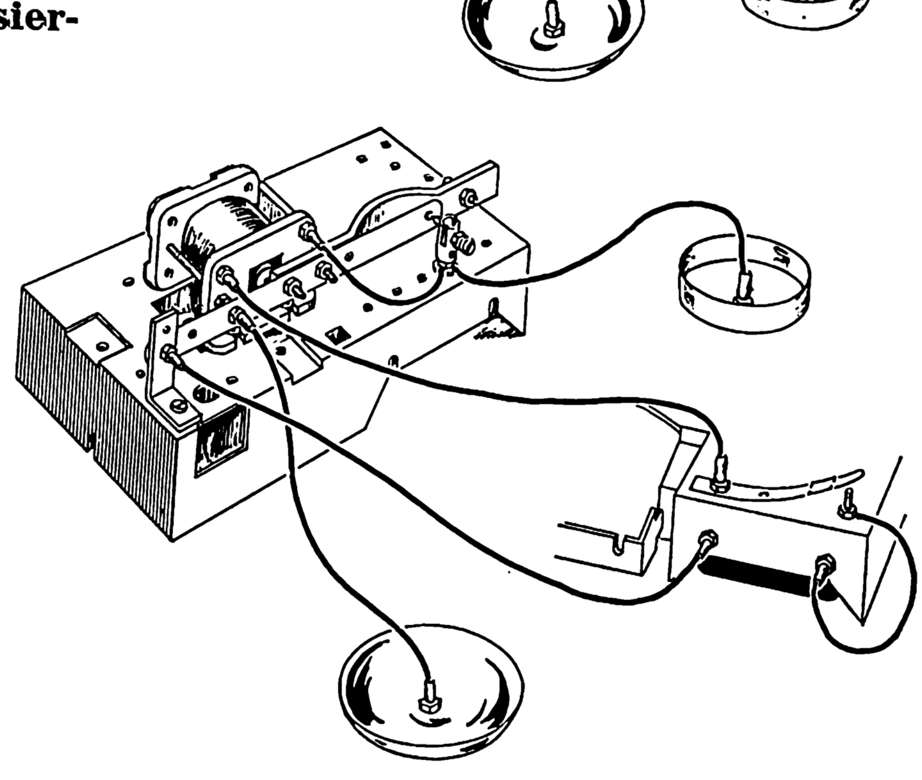
Diese Elektroden werden nun mit zwei Verbindungsleitungen angeschlossen.

Jetzt nimmst du in jede Hand eine Elektrode (Dose und Glockenschale). Wenn dein Freund auf die Taste drückt, wirst du nichts davon merken.

82. Wenn die Spule dabei hilft

Die Spule mit Eisenkern und Joch (wir können sie in diesem Versuch ruhig auf der Grundplatte lassen, auch den Rest der Glocke bauen wir nicht ab), wird nun entsprechend der Abbildung in die Schaltung eingebaut.
Wenn du jetzt in die eine Hand die Aluminiumdose nimmst und in die andere Hand die Glockenschale, wirst du gleich etwas zu spüren bekommen! Wenn dein Freund

die Taste drückt, merkst du noch nichts. Aber wenn er sie losläßt, elektrisiert es.
Nun ist es zu mühsam, jedesmal den Taster zu drücken. Deshalb bauen wir uns einen Elektrisierapparat.



83. Ein Elektrisierapparat

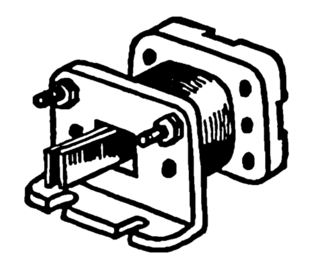
Es ist wieder unsere elektrische Klingel, aber ohne Glockenschale. Die Glockenschale verwenden wir ja als Elektrode. Da, wo vorhin die Enden des langen Drahtes angeschlossen waren, den man mit der Schere durchschneiden mußte, sind jetzt unsere Elektroden angeschlossen. Solange der Selbstunterbrecher schnarrt, weil die Taste gedrückt ist, elektrisiert es.

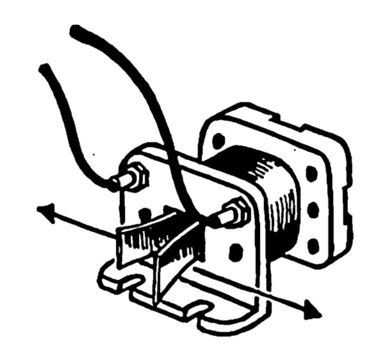
84. Ein elektrischer Viehzaun

Will ein Bauer erreichen, daß sein Vieh nur eine bestimmte Wiesenecke abgrast, so muß er diese Ecke einzäunen. Nun wäre es aber sehr teuer, jedesmal einen stabilen Zaun zu errichten, den auch größere Tiere nicht umreißen können, wenn ein bestimmter Weideteil abgesperrt werden soll. Billiger ist ein elektrischer Viehzaun. Das ist ein blanker Draht, der an in die Wiese gesteckten Stäben isoliert befestigt wird und zur einen Elektrode eines großen Elektrisierapparates führt, dessen andere Elektrode geerdet ist. Ein Tier, welches beim Berühren des Drahtes einmal elektrisiert wurde, hält sich künftig von ihm fern.

85. Magnetisches Abstoßen in der Spule

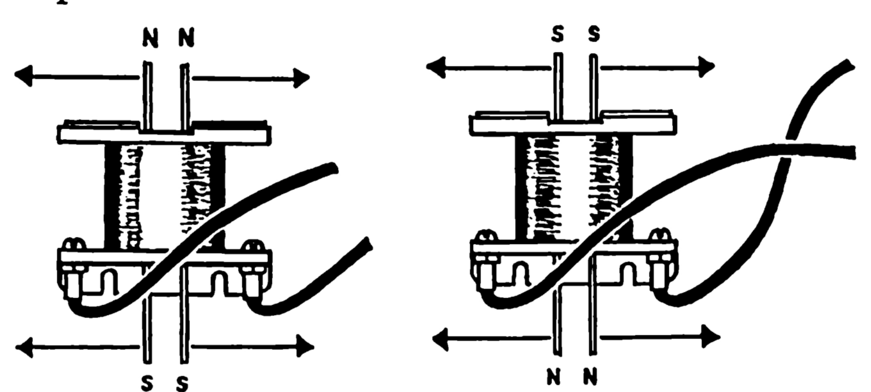
Wir zerlegen den Elektrisierapparat jetzt wieder, denn nun brauchen wir die Spule allein. Sie wird an unsere Sendestation angeschlossen, damit sie von Strom durchflossen wird, wenn wir den Taster drücken. Nun legen wir die beiden Eisenblechstreifen 34 so in die Spulenöffnung, daß sie beiderseits gleich viel überstehen, wie die Abbildung es zeigt.





Wenn wir den Strom einschalten, streben die beiden Streifen sofort auseinander, wie es die nächste Abbildung zeigt.

Was ist geschehen? Beide Blechstreifen sind magnetisch geworden, weil beide in der Spule stecken. Beide haben auf der gleichen Seite je einen Nordpol und auf der anderen Seite je einen Südpol. Deshalb stoßen sie sich ab. Auch wenn wir die Spulenanschlüsse vertauschen. Dann vertauschen sich zwar die Pole an den Enden. Da aber bei beiden Streifen wieder gleiche Pole sich gegenüberstehen, stoßen sich diese auch bei vertauschten Spulenanschlüssen ab. Die Abbildung zeigt das noch genauer.



86. Das Dreheiseninstrument

Je stärker der Strom in der Spule fließt, desto stärker ist natürlich die abstoßende Kraft zwischen den Blechstreifen. Wenn man diese abstoßende Kraft mit einem Zeiger ablesbar macht, ist die Größe des Zeigerausschlages gleichzeitig ein Maß für die Stromstärke in der Spule.

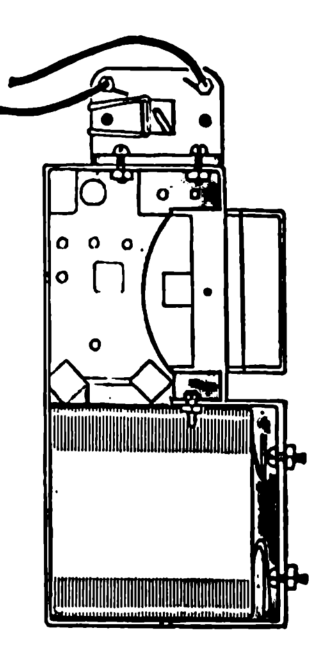
Um einen Zeigerausschlag zu bekommen, wandelt man das Abstoßen in eine Drehbewegung um. Meßinstrumente dieser Art heißen deshalb Dreheiseninstrumente.

Natürlich muß der Drehbewegung eine Feder oder ein Gewicht entgegenwirken. Der Zeigerausschlag läßt dann erkennen, wieviel dieser Gegenkraft durch die abstoßende Wirkung des Magnetismus überwunden wurde.

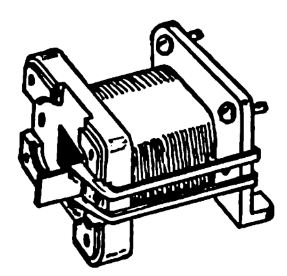
Wir wollen uns ein solches Dreheiseninstrument bauen. Als Gegengewicht dient

uns der Zeiger. Eine Änderung der Zeigerlänge ändert deshalb die Empfindlichkeit unseres Instrumentes.

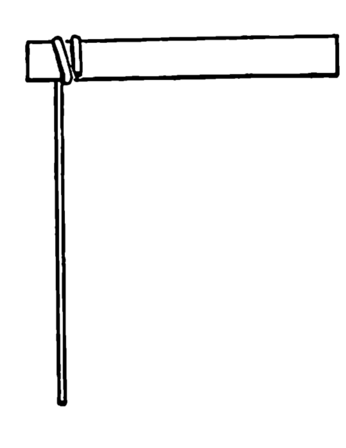
Zunächst nehmen wir die seitliche Befestigungsschraube der Batterie aus der Galvanometerplatte, damit wir sie hochkant stellen können. Die Batterie selbst können wir drinlassen, damit die Platte eine bessere Standfestigkeit bekommt. Die Taste muß aber entfernt werden.



Auf die obere Schmalseite schrauben wir dann die Spule auf. Sie steht vorn etwas über, damit der Zeiger frei geht.

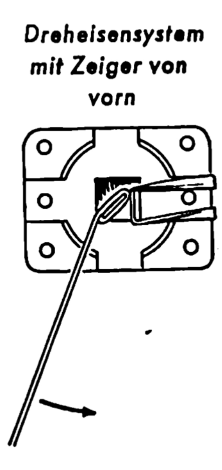


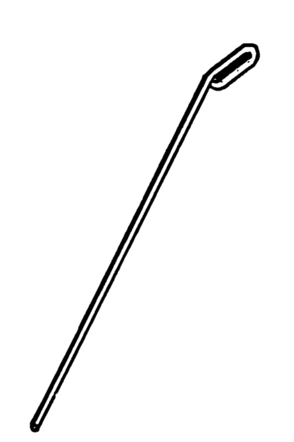
Mit dem Gummiband 19 befestigen wir den einen Eisenblechstreifen 34 so im Spulenloch, wie es die Abbildung zeigt. Der Blechstreifen soll vorn und hinten gleich weit aus der Spule herausschauen.



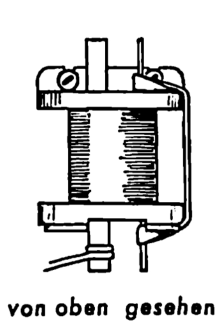
Jetzt bereiten wir den Zeiger vor. Wir schneiden ein genau 12 cm langes, noch nicht abisoliertes Stück von einem roten Verbindungsdraht 47 ab. Dann wickeln wir das eine Ende genau nach nebenstehender Abbildung um den anderen Eisenblechstreifen.

Dreheisensystem mit Zeiger von vorn





Damit der Zeiger nachher nicht gerade herunterhängt, sondern die Nullstellung etwas links anzeigt, winkeln wir ihn gegen das Blech etwas an, wie es die nebenstehende Abbildung zeigt.



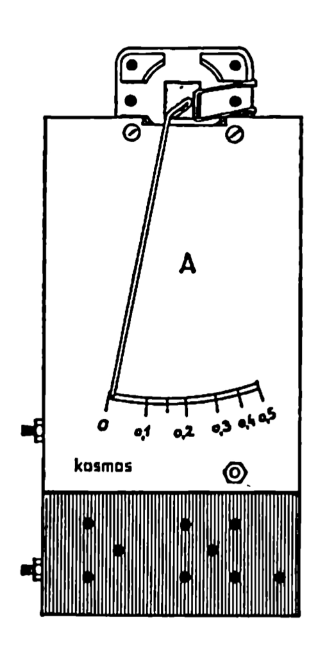
von oben gesehen

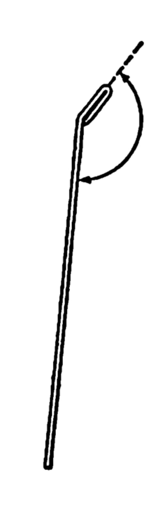
Auch das Zeigerblech soll vorn und hinten gleich weit herausstehen.

Der mit Gummiband gehaltene Blechstreifen muß in der unteren Ecke aufsitzen. Die untere Zeigerkante soll in der linken unteren Ecke liegen.

87. Unser Dreheiseninstrument als Amperemeter

Wir schneiden aus der Ausschneidetafel die große Amperemeterskala aus. Das Loch unten in der Skala deckt sich mit Loch 66 in der Galvanometerplatte. Die Schraube wird von hinten durchgesteckt, die Mutter vorn draufgeschraubt.





Die beiden oberen Löcher passen mit denen des Spulenkörpers zusammen.

Wenn die Skala montiert ist, wird der Zeiger eingesetzt und ausgerichtet: der mit Pfeil versehene Winkel muß größer bzw. kleiner gebogen werden, bis der Zeiger in Ruhelage genau auf Null weist.

Das Ampere ist das internationale Maß für die Stromstärke. Seine Abkürzung ist ein A. Ein Ampere Strom bedeutet, daß jede Sekunde an einer Stelle des stromdurchflossenen Drahtes 6 250 000 000 000 000 000 Elektronen vorbeifließen! Das ist eine sehr große Zahl. Ausgesprochen wird sie: 6,25 Trillionen.

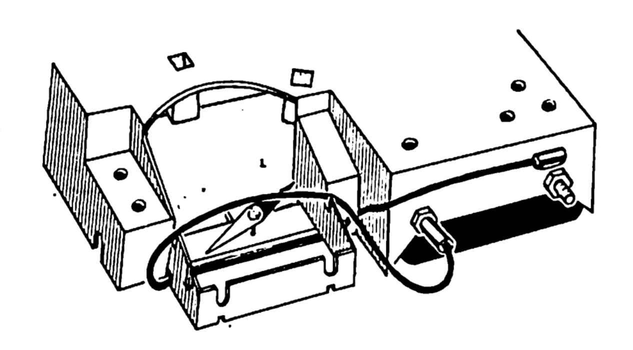
88. Wir messen Strom

Jetzt können wir messen, wieviel Strom durch unser Lämpchen fließt. Wir bauen die Schaltung nach Versuch 58 nochmals auf, wo wir den Strom nacheinander durch Lämpchen und Spule geschickt haben.
Wenn wir das jetzt wieder tun, zeigt das Amperemeter etwa 0,15 Ampere an. Wir wissen, daß das Lämpchen normalerweise 0,2 Ampere aufnimmt, erinnern uns aber, daß das Lämpchen ja etwas dunkler brennt, wenn die Spule vorgeschaltet ist. Daher also der schwächere Strom.

89. Strom umkreist die Magnetnadel

Es ist nicht schön, wenn die Messungen durch das Meßgerät selbst derartig grob verfälscht werden. Deshalb suchen wir uns ein geeignetes Instrument für die Strommessungen. Wir erinnern uns, daß in einer Spule Magnetismus herrscht, wenn sie stromdurchflossen ist, und daß die Magnetnadel sogar den schwachen Erdmagnetismus anzeigt.

Wie wäre es, wenn wir die Magnetnadel in eine Spule tun? Dazu ist sie natürlich zu groß. Aber wir können den Strom um die Magnetnadel herumleiten. Versuchen wir es gleich einmal!



Wir nehmen eine lange Leitung, die an beiden Seiten einen Stecker hat, und schlingen sie, wie die Abbildung zeigt, um den Vorsprung unseres Magnetnadelgehäuses. Dort sind schon entsprechende Kerben angebracht. Zuerst muß die Magnetnadel ganz ruhig stehen, und zwar in gleicher Richtung wie der Draht (Grundplatte entsprechend drehen). Dann berühren wir mit dem Stecker den Batterieanschluß ganz kurz (den anderen haben wir schon vorher aufgesteckt). Die Nadel stellt sich schräg.

90. Das Galvanometer

Diese Meßeinrichtung, bei der ein Strom die Magnetnadel umkreist und die Stromstärke durch die Weite der Ablenkung der Nadel bestimmt werden kann, heißt Galvanometer. Die Nadel schlägt bei starkem Strom mehr aus als bei schwachem. Wir können damit auch sehr schwache Ströme messen, wenn wir folgenden Trick anwenden: Wir leiten einen schwachen Strom z. B. zehnmal um die Magnetnadel, dann schlägt sie so weit aus, als ob der zehnfache Strom flösse.

In den Abschnitten 91 und 92 wird eine genaue Wickelanleitung für das folgend beschriebene Galvanometer gegeben.

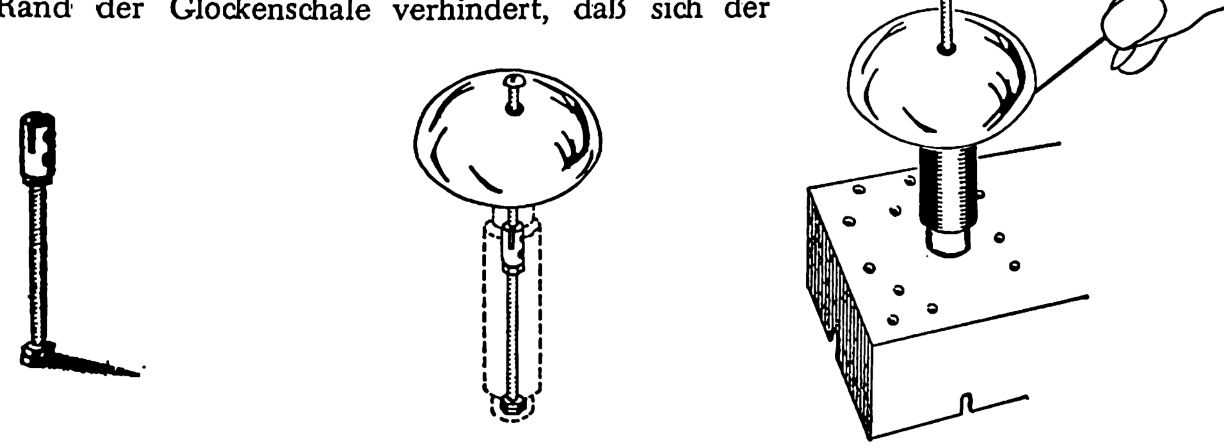
Unser Galvanometer soll zunächst einen Meßbereich bis 1,5 A bekommen, dazu brauchen wir 2 Windungen. Nachdem wir hier eine Anzapfung herbeigeführt haben, wickeln wir noch weitere 38½ Windungen auf. Damit haben wir dann einen zweiten Meßbereich mit insgesamt 40½ Windungen, der bis 0,15 Ampere (das sind 150 Milliampere; für Milliampere schreibt man mA) reicht. Man kann damit noch Ströme von 1 mA nachweisen (das sind 0,001 A), wobei die Nadel gerade noch erkennbar abgelenkt wird.

Natürlich muß die Nadel nach Versuch 47 voll aufmagnetisiert sein, sonst stimmt die mitgegebene Skala nicht.

Ehe wir beginnen, das Galvanometer zu wickeln, müssen wir uns aber eine Abwickelvorrichtung bauen, damit der dünne Draht sich nicht verwirrt. Zum Galvanometer brauchen wir nämlich nur wenig Draht. Der andere wird aufgehoben, bis wir damit unseren Motor bauen.

91. Eine Abwickelvorrichtung

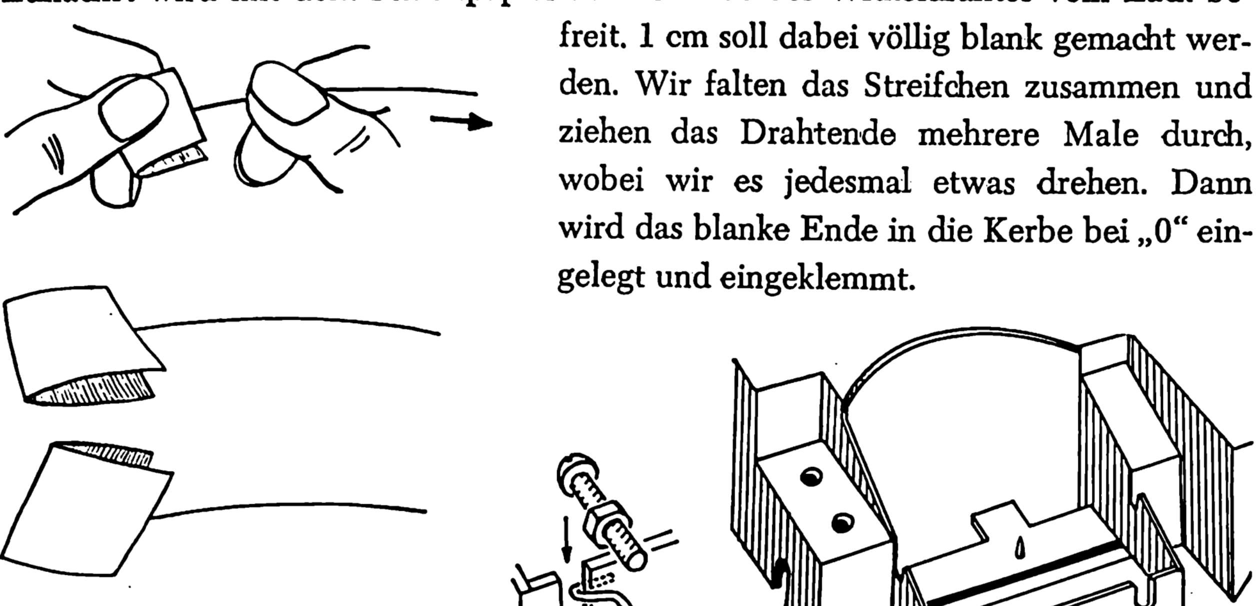
Wir stecken durch Loch 24 der Grundplatte eine Langschraube 39 und schrauben sie von oben mit zwei Muttern fest. Zur Beschwerung bauen wir dann in die Grundplatte eine Batterie ein. Den weiteren Zusammenbau (Verlängern durch die zweite Langschraube) kannst du aus den Abbildungen ersehen. Die Rolle mit Wicklungsdraht 24 wird so über die Langschraube gesetzt, daß der Drahtanfang oben ist. Der nach unten stehende Rand der Glockenschale verhindert, daß sich der



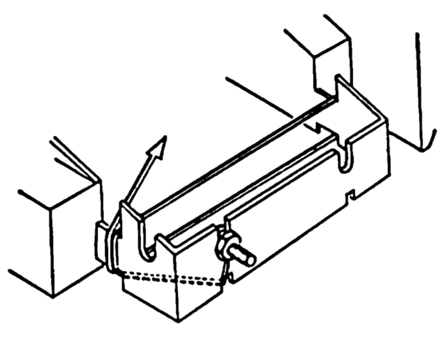
Draht oben direkt um die Schraube wickelt. Wenn wir fertig gewickelt haben, müssen wir das Ende wieder oben in den Schlitz der Papprolle einklemmen.

92. Wir bauen ein Galvanometer

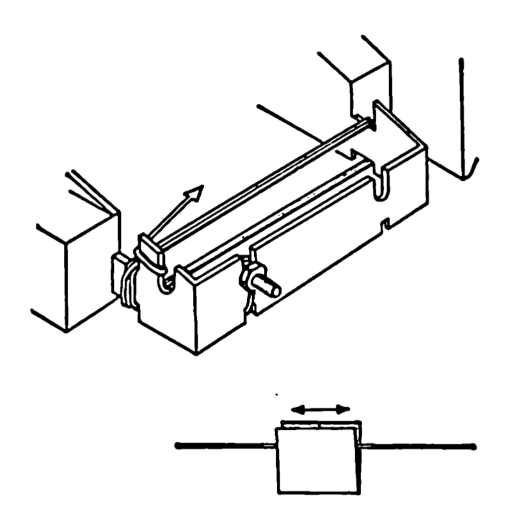
Zunächst wird mit dem Schleifpapier 17 das Ende des Wickeldrahtes vom Lack befreit. 1 cm soll dabei völlig blank gemacht werden. Wir falten das Streifchen zusammen und ziehen das Drahtende mehrere Male durch, wobei wir es jedesmal etwas drehen. Dann wird das blanke Ende in die Kerbe bei „0“ eingelegt und eingeklemmt.



Von dort führen wir den Draht, wie auf der Abbildung zu sehen, unter dem schubladenartigen Vorsprung hindurch zu der Kerbe, die die Wicklung aufnimmt; zwei Windungen legen wir straff herum, und dann machen wir wieder ein Stückchen blank, das einmal um den Zapfen neben der Wicklungskerbe geschlungen wird, wie die nächste Abbildung zeigt.

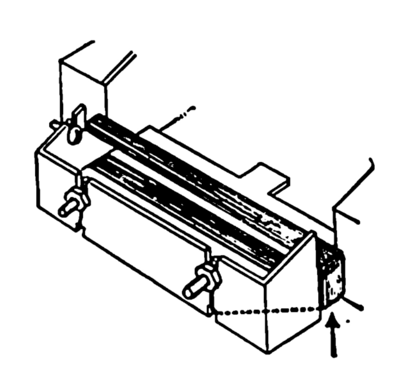


Erste Windung



Anschließend werden noch 38 Windungen aufgelegt, und dann führen wir den Draht zur anderen Seite, wo er wieder schräg unter der dortigen Ecke zum Endanschluß kommt. Auch dort wird er blank gemacht.

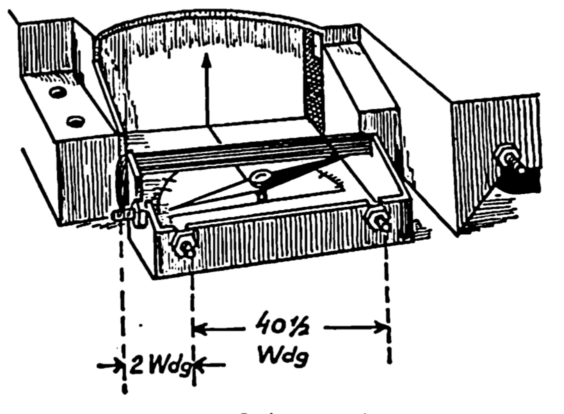
Dann werden noch die Schrauben bei der Anzapfung (wo der Draht blank herumgeschlungen wurde) und dem Endschlitz eingesetzt, die den blanken Teil des Drahtes einklemmen und gleichzeitig als Anschlußklemmen dienen.



Um die Anschaulichkeit zu erhöhen, ist die auf dem Boden des Magnetnadelgehäuses liegende Skala nicht mitgezeichnet worden. Sie kann beim Wickeln selbstverständlich liegen bleiben.

Es ist darauf zu achten, daß die Windungen an der Unterseite auch sauber in der Kerbe liegen (Pfeil), damit das Galvanometer später glatt auf den Tisch gestellt werden kann.

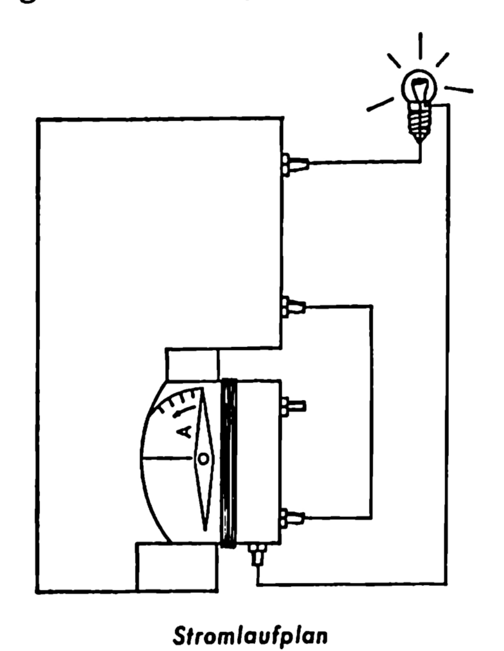
93. Wir messen mit dem Galvanometer



Fertiges Galvanometer

Die nächste Abbildung zeigt, wie man mit dem Galvanometer Strom mißt. Wir schließen zuerst das Lämpchen an. Sobald die

Verbindungen hergestellt sind, wird die Galvanometernadel in der Pfeilrichtung auswandern. Vorher muß sie natürlich gleichlaufend mit der Wicklung auf Null gestellt werden, was durch Drehen des Galvanometergehäuses erfolgt. Wandert die Nadel nach der falschen Seite aus, ist der Batterieanschluß umzupolen (Anschlußstecker der Batterie tauschen!). Das Galvanometer zeigt nur genau, wenn die Nadel vorher nach Versuch 47 aufmagnetisiert wurde.



Stromlaufplan

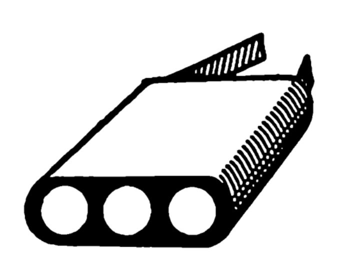
Wie man schwache Ströme mißt, werden wir in späteren Versuchen sehen. Wir lassen deshalb das Galvanometer immer aufgebaut, es behindert die anderen Versuche überhaupt nicht.

Wir müssen immer abwarten, bis das Hin- und Herpendeln der Magnetnadel beendet ist. Wenn wir zum Bremsen auf das Hütchen drücken, laufen wir Gefahr, daß sich die Spitze der Nadel innen ins Messinghütchen eindrückt und die Nadel sich dann nicht mehr so leicht dreht, wie wir es für feine Messungen gut brauchen können.

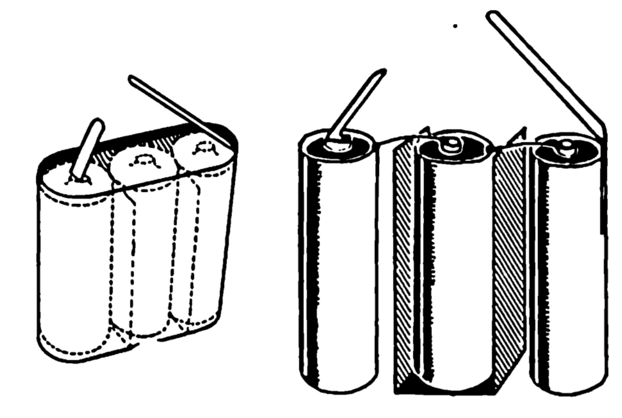
Jetzt können wir auch genau messen, ob zwei parallel geschaltete Lämpchen den doppelten Strom aufnehmen. Auch die Stromaufnahme zweier in Serie geschalteter Lämpchen läßt sich untersuchen (Kapitel 19 bis 21). Die geringen Abweichungen von unseren Erwartungen sind keine Meßfehler, sondern haben Begründungen, die wir nur verstehen könnten, wenn wir uns mit den Formeln zur Berechnung von Spannung, Strom und Widerstand befassen würden. Das führt hier aber zu weit; denn dazu wären soviel Erklärungen nötig, daß sie allein ein ganzes Buch füllen würden.

94. Wir dürfen in die Batterie hineinschauen

Wie wohl die Taschenlampenbatterie innen aussieht? Wenn du den Boden loslösen könntest, würdest du sehen, daß die Batterie aus drei kleinen Blechgefäßen besteht, von denen das mittlere noch eigens verpackt ist. Man nennt sie Elementchen, und die Serienschaltung von solchen Elementchen vermehrt die Spannung. Drei Elementchen haben also die dreifache Spannung von einem. Ein solches Elementchen hat 1,5 Volt, drei zusammen also 4,5 Volt. (Volt kürzt man mit einem V ab.) Du erinnerst dich, daß Span-

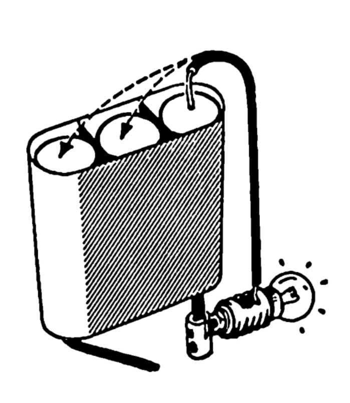


nung der Druck ist, mit dem die Elektronen in die Leitung gepumpt werden. Die nebenstehende Abbildung zeigt, wie die drei Elementchen innen verbunden sind.



95. Wie man auch hinten herum zu etwas kommt

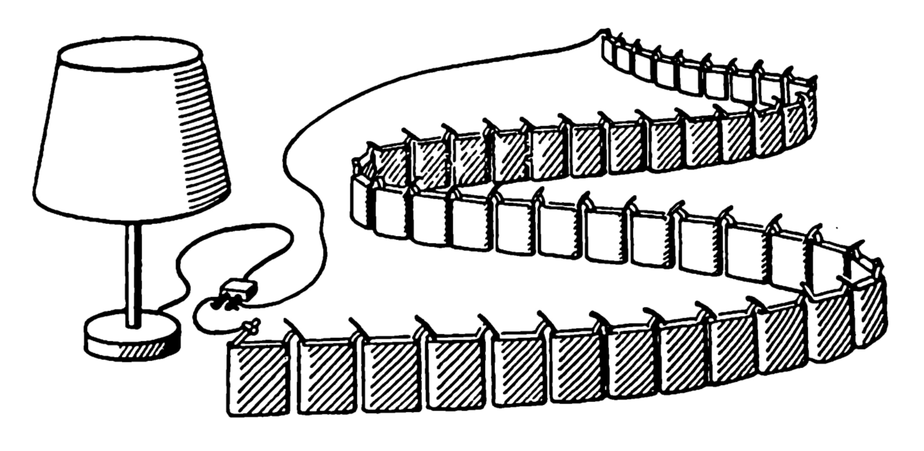
Wenn du noch eine alte Batterie mit Pappboden hast, kannst du den Boden entfernen, um jedem Elementchen einzeln Strom zu entnehmen. Wir können sehen, wie die Spannung steigt, wenn wir nacheinander immer ein Elementchen mehr anschließen. Dazu montieren wir das Lämpchen an der **k u r z e n** Anschlußfeder der Batterie, wie in der Abbildung gezeigt, und tasten mit dem von der Gewindehülse kommenden Draht nacheinander die Böden der Elementchen ab. Den Boden des mittleren Elementchens können wir dazu bloßlegen.



Die Böden müssen vor dem Antupfen vielleicht etwas mit dem Schraubenzieher blank geschabt werden (nicht den Schleifpapierzuschnitt verwenden, der wird sonst für das Blankmachen unserer Wicklungsenden für den Motor unbrauchbar!).

96. Eine teure Geschichte, aber nur in Gedanken

Im Zimmer hängt eine elektrische Leuchte. Wenn wir die Glühlampe herausschrauben, sehen wir, daß sie die Aufschrift trägt: 220 Volt. Rechne einmal nach, wieviel Taschenbatterien du zusammen verbinden müßtest, um 220 Volt Spannung zu bekommen. Es wären etwa 50 Stück. Du weißt, was jede Batterie kostet und daß jede in etwa 8 Stunden ihren Strom vollständig hergegeben hat. Das wäre eine teure Rechnung!



Das haben wir nun

schon begriffen, daß eine solche Beleuchtung zu teuer käme. Der Strom der Lichtleitung stammt nämlich nicht aus Batterien, sondern wird auf andere Weise erzeugt.

97. Wir machen selbst Strom

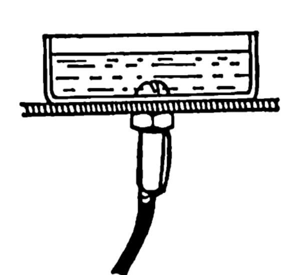
Was ist nun in so einem Elementchen eigentlich drin? Der eine Pol ist ein Zinkbecher, der andere der in der Mitte stehende Kohlestab. Zwischen beiden ist eine eingedickte Flüssigkeit, der Elektrolyt.

Wir wollen mit unseren Hausmitteln ein kleines Elementchen bauen. Es wird nicht viel Strom hergeben können, denn wir haben ja die richtigen Chemikalien nicht zur Hand. Aber soviel Strom, daß wir ihn mit dem empfindlichen Teil des Galvanometers deutlich nachweisen können, bringen wir schon zustande!

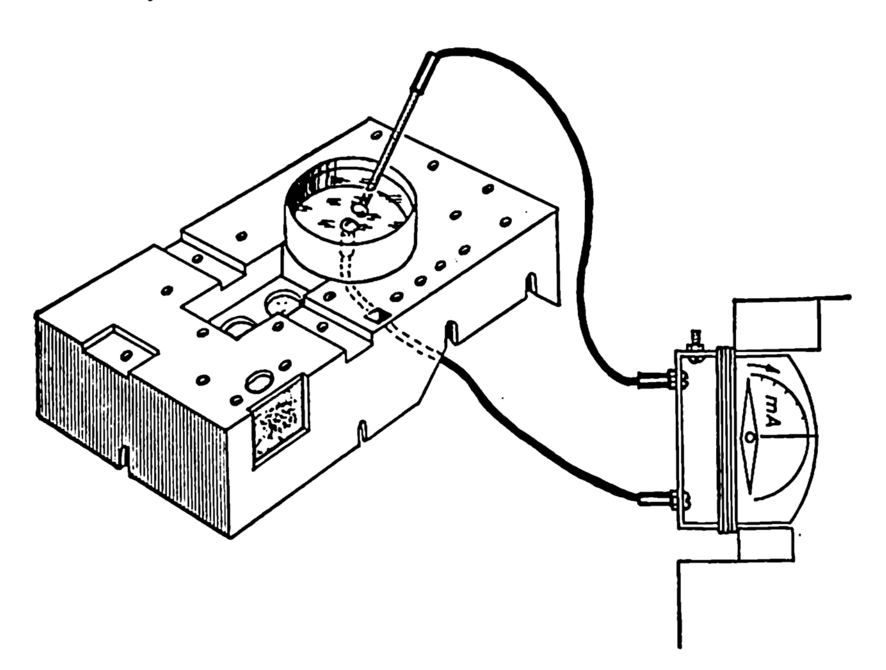
Wir schrauben unsere Aluminiumdose 12 auf der Grundplatte fest. Sie soll den Zinkbecher des Elementchens ersetzen. Die Schraube kommt von oben durch, denn unten wollen wir ja den Anschluß mit einem Stecker der langen Leitung zum Galvanometer führen.

Wir ziehen die Schraube gut fest, damit kein Wasser durch kann.

Jetzt schütten wir ungefähr einen halben Teelöffel Kochsalz in die Dose und füllen vorsichtig bis fast zum Rand mit Wasser auf.



Dann nehmen wir eine Langschraube 39 und rühren mit ihrem Kopf um, damit sich das meiste Salz auflöst. An die andere Seite der Langschraube stecken wir die andere lange Leitung, die wir jetzt mit der Endanschlußschraube des Galvanometers verbinden. War das Galvanometer vorher auf Null eingestellt, dann wird jetzt die Nadel ausschlagen. Du mußt möglichst viel von der Schraube eintauchen und sie dabei etwas bewegen, ohne aber mit der Schraube die Dose zu berühren. Am deutlichsten siehst du den Nadelausschlag in dem Augenblick, in dem du die Langschraube aus der Dose herausnimmst. Noch ein kleiner Trick: Zwischen 4 und 5 mA ist das Galvanometer am emp-



findlichsten. Wenn du es so einrichtest, daß es statt auf Null auf 4 mA steht, ist der Ausschlag, der bis zu 3 mA beträgt, noch etwas besser zu sehen. Schlägt es falsch herum aus, mußt du die Anschlüsse vertauschen.

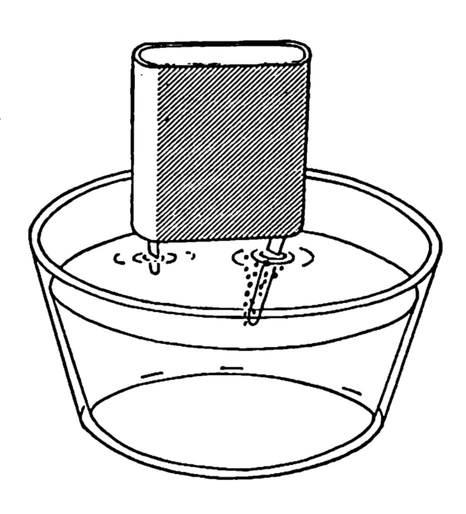
Nach dem Versuch spülen wir alle Teile, die mit dem Salzwasser in Berührung gekommen sind, sorgfältig und trocknen sie gründlich ab.

Natürlich kann man aus chemischen Substanzen nicht nur Strom machen. Das Verfahren läßt sich auch umkehren: Man kann durch Strom chemische Stoffe in Gas verwandeln oder sonst verändern. Das sind aber Versuche, die in das Gebiet der Chemie gehören und deshalb z. B. in Kapitel 15 des KOSMOS-Lehrspielzeugs All-Chemist 2000 enthalten sind (neben weiteren 240 spannenden und interessanten chemischen Versuchen).

Einen kleinen Versuch, den wir mangels chemischer Ausrüstung allerdings nicht sehr wirkungsvoll gestalten können, wollen wir aber doch durchführen.

98. Verwandlung von Wasser in Gas

Wir nehmen ein Schälchen mit Wasser und lösen darin etwas Salz auf. Am besten eignet sich ein kleines Glasschüsselchen. In dieses Schälchen halten wir die gestreckt wegstehenden Anschlußstreifen der Taschenlampenbatterie hinein, ohne jedoch die Batterie selbst naß zu machen. Wenn beide Anschlußfedern eingetaucht sind, sehen wir bald, daß sich an der langen Feder kleine Bläschen bilden, die schließlich nach oben steigen. Es sind nicht etwa Luftbläschen, sondern es handelt sich um Wasserstoffgas, das der Strom aus dem Wasser freigemacht hat.



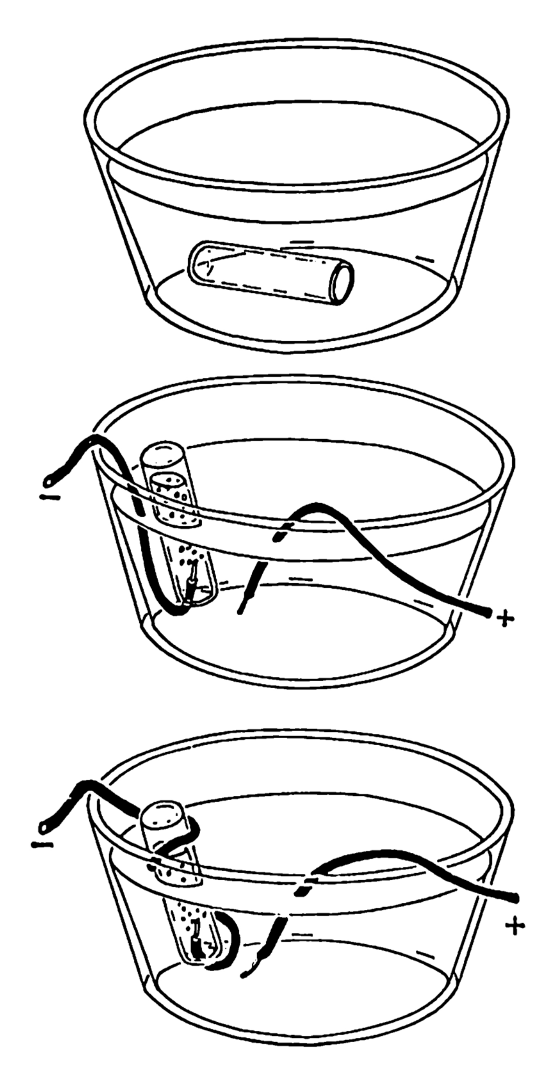
Wir vergessen aber nicht, die Anschlußfedern der Batterie sofort wieder ganz blank und trocken zu reiben. Danach dürfen wir sie sogar mit dem Schleifpapier etwas abreiben. Auch das Schälchen spülen wir wieder aus.

99. Wasserstoffgas brennt

Man könnte ein kleines Tablettenröhrchen ganz in das Salzwasser einlegen, bis es vollständig damit gefüllt ist.

Statt die Batterieanschlußstreifen selbst einzutauchen, führen wir zwei von der Batterie kommende Drähte mit ihren blanken Enden ins Wasser. Dabei soll der vom langen Batteriestreifen kommende Draht in das aufgestellte und immer noch

Salzwasser enthaltende Tablettenröhrchen hineinragen. Jetzt steigen die Bläschen in das Röhrchen hinein und verdrängen das Wasser. Um ein 50 mm langes Tablettenröhrchen mit Gas zu füllen, brauchen wir allerdings ungefähr drei Stunden.



Da das Röhrchen mit Größerwerden der Gasblase oben leichter wird, besteht die Gefahr, daß es umkippt und die ganze Arbeit umsonst ist. Deshalb schlingen wir den Zuleitungsdraht so um das schräg am Schälchenrand liegende Tablettenröhrchen, daß es seine Lage nicht verändern kann.

Nachdem das Röhrchen voll Wasserstoffgas ist, entfernen wir den Draht, wobei wir es immer noch aufrecht halten, daß der Rand unter der Wasseroberfläche bleibt. Dann verschließen wir die immer noch nach unten weisende Öffnung unter Wasser mit dem Daumen und nehmen das Röhrchen heraus. Wenn wir ein brennendes Streichholz neben die freigegebene Öffnung halten, entsteht eine kleine, kurze Flamme. Der Inhalt des Gläschens war also nicht Luft, sondern wirklich ein brennbares Gas.

Nach dem Versuch schneiden wir die blanken Drahtenden, die in das Salzwasser getaucht waren, ab und werfen sie weg.

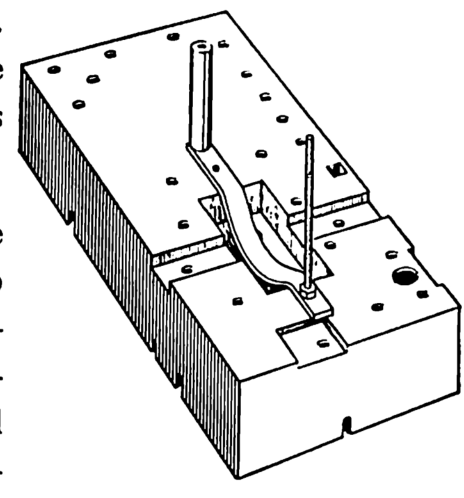
Da sich ein Teil des Kupfers zersetzt hat, müssen wir die Gläser und auch unsere Hände hinterher gut abwaschen.

Du hast in deinen bisher gemachten Versuchen erkannt, daß man den elektrischen Strom verwenden kann einmal zur Erzeugung von **Licht,** und mit dem Elektromagneten hat er allerhand Bewegungen, also **Kraft** erzeugt, und schließlich ist er auch imstande, **chemische Wirkungen** hervorzurufen. (Im All-Chemist 2000 sind noch weitere solche chemische Wirkungen des Stromes aufgeführt, z. B. in Kapitel 19).

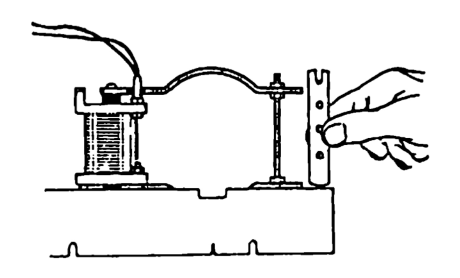
Die Erzeugung von Kraft ist die wichtigste Anwendung des Stromes in allen Fabriken, und sogar in jedem Haushalt wird mit Strom Kraft erzeugt. Immer ist bei Krafterzeugung irgendwie ein Magnet beteiligt.

100. Der verlängerte Magnet

Wir legen ein Poleisen 42 so mit dem Buckel in die Wanne der Grundplatte, daß seine auf einem Ende befindlichen zwei Löcher sich mit den Löchern 24 und 25 der Grundplatte decken. Von unten stecken wir dann eine Zylinderschraube durch Loch 24 und das darüber befindliche Poleisenloch und schrauben sie von oben mit dem Eisenkern 21 fest. Durch Loch 28 kommt von unten eine Langschraube 39, auf die wir zur Befestigung der anderen Seite des Poleisens eine Mutter schrauben.



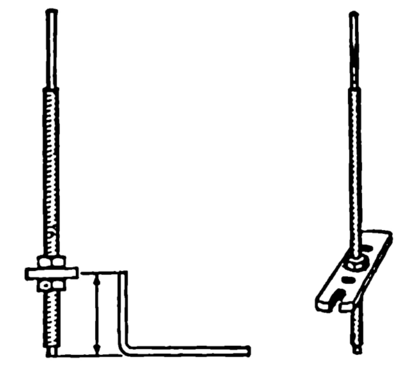
Jetzt stecken wir die Spule über den Eisenkern, wie es die Abbildung zeigt. Eine weitere Mutter wird so auf die Langschraube aufgeschraubt, daß ihre Oberkante in gleicher Höhe mit der aus der Spule herausragenden Stirnseite des Eisenkerns ist. Dann wird das zweite Poleisen aufgelegt, durch eine Zylinderschraube mit dem Eisenkern verbunden und auf die Langschraube eine Mutter aufgeschraubt, mit der die andere Seite des Poleisens befestigt wird.



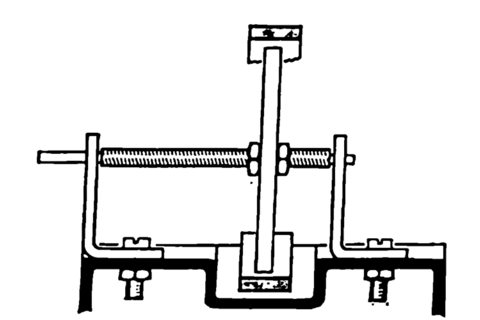
Die beiden Leitungen von der Sendestation auf der Galvanometerplatte (siehe Versuch 72) stecken wir an die Spule an. Wir überzeugen uns beim Einschalten des Stromes, daß das nahe an die Polenden gehaltene Ankereisen kräftig angezogen wird, die Einrichtung also einen kräftigen Hufeisenmagneten darstellt. (Siehe vorige Abbildung.)

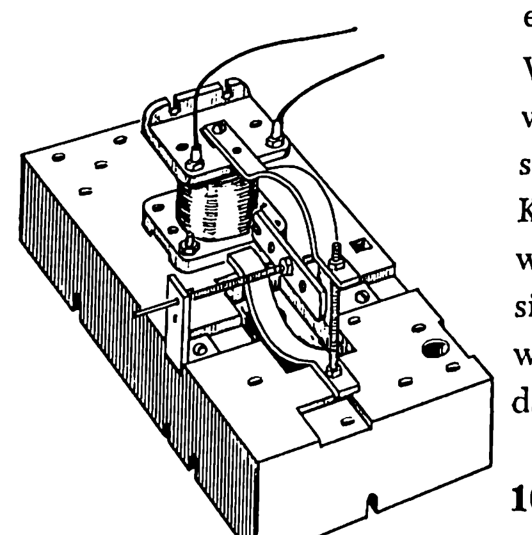
101. Ein Dreheisen

Zuerst stecken wir die Motorwelle 40 durch das Mittelloch des Ankereisens und schrauben das Ankereisen auf der Motorwelle fest, indem wir von beiden Seiten eine Mutter dagegenschrauben. Damit das Ankereisen auf die richtige Stelle der Motorachse kommt, messen wir den Abstand von der Seite mit dem kurzen Ansatz mit dem kurzen Schenkel eines Haltewinkels aus, wie die Abbildung es zeigt (Muttern mit Schlüssel anziehen!):



Nun wird ein Haltewinkel mit dem kurzen Schenkel so in Loch 47 befestigt (Schraube von oben, Mutter von unten), daß sein langer Schenkel mit der Außenkante der Grundplatte abschließt. Durch das obere kleine Loch dieses hochstehenden Haltewinkels stecken wir den langen glatten Ansatz der Motorwelle. An der anderen Seite wird die Motorwelle durch einen weiteren Haltewinkel gelagert, in dessen oberes kleines Loch der kurze Ansatz der Motorwelle hineingesteckt wird. Dieser Haltewinkel wird im Loch 7 befestigt (Schraube von oben, Mutter von unten). Wenn wir das Ankereisen mit dem Finger anstoßen, dreht es sich ganz lustig, es ist ein Dreheisen geworden.



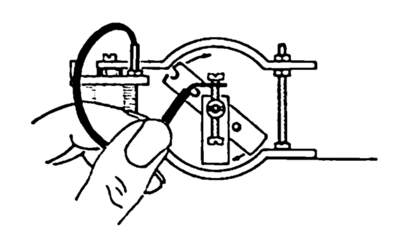


Wenn wir das Dreheisen etwas schräg stellen, können wir durch Betätigung des Tasters einen kurzen Stromstoß in die Spule schicken und das Eisen durch die Kraft des Magneten zu einer Drehung anstoßen. Wenn wir diesen Stromstoß immer dann geben könnten, wenn sich das Eisen den Magnetpolen zu nähern beginnt, würde es von neuem angestoßen und müßte sich dauernd drehen.

102. Das Eisen dreht sich

Am besten wäre es, wenn das drehende Eisen selbst dafür sorgen würde, daß der Strom immer im richtigen Augenblick eingeschaltet wird. Dazu müssen wir einige Stromwege vorbereiten. Einen der Batteriedrähte führen wir an den einen Spulenanschluß. Den zweiten direkt von der Batterie kommenden Draht verbinden wir mit der Schraube, die aus Loch 7 kommt und den hinteren Haltewinkel an der Grundplatte befestigt. Nun kommt noch ein aus dem Klemmkörper bestehender Kontaktarm dazu, den wir mit zwei gegeneinander geschraubten Halbrundschrauben auf dem vorn herausstehenden dünnen Ansatz der Motorwelle befestigen. Am noch freien Ende der Spule schließen wir einen Draht an, mit dessen anderem abisolierten Ende wir die eine Schraube des Klemmkörpers an der in der Abbildung bezeichneten Stelle berühren. Wenn das Ankereisen gerade schräg gestanden hat, wird es durch den Stromstoß in der Spule bewegt.

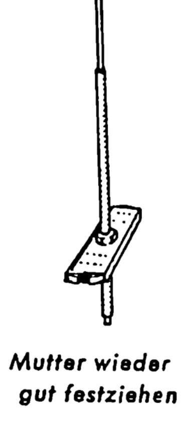
Es genügt auch, die Messing-Motorwelle zu berühren, oder auch einen der Schraubenköpfe am Klemmkörper oder am vorderen Haltewinkel. Verfolge jeweils den Weg des Stromes!



Nun sollst du, wie es in der Abbildung gezeigt ist, das Ankereisen etwas schräg stellen und den Klemmkörper so befestigen, daß die Schrauben senkrecht stehen. Wenn du dann die Mitte der oberen Kontaktschraube mit dem blanken Drahtende vom vorderen Spulenanschluß leicht federnd berührst, wird sich das Ankereisen als Dreheisen sofort ein Stück weiter herumdrehen. Nach einer halben Umdrehung kommt an der Stelle die andere Schraube vorbei, und es fließt wieder ein Stromstoß durch die Spule. Das Dreheisen erhält so vom Magneten wieder einen kurzen Anstoß. Bei einiger Übung wirst du es fertigbringen, daß das Eisen sich dauernd dreht. Du wirst merken, daß es sich schneller dreht, wenn du die Schrauben dichter am Klemmkörper berührst und langsamer, je weiter du sie zu den Schraubenköpfen hin berührst. Das Drehen des Ankereisens als Dreheisen ist möglich, weil der Strom immer gerade im richtigen Augenblick eingeschaltet ist. Bei einiger Sorgfalt wird die Drehung sehr rasch sein, und du hast damit eine Art elektrischen Motor selbst gebaut.
Wenn er nicht gleich richtig laufen will, mußt du ihn evtl. anwerfen. Er dreht sich im Uhrzeigersinn. Vielleicht stimmt auch der Winkel nicht ganz, in dem du den Klemmkörper aufgeschraubt hast (Zeichnung beachten!).

103. Der Drehmagnet

Dieser Motor hat leider noch nicht viel Kraft. Das versteht sich, wenn man bedenkt, daß der Strom bei jeder Drehung immer nur ein kleines Stück weit auf das Dreheisen einwirkt (Pfeile in der Abbildung oben auf dieser Seite). Auf der viel größeren Drehstrecke hat das Dreheisen keinen Antrieb.
Wir können den Motor verbessern, wenn wir eine Anordnung benutzen, bei der die Magnetkräfte nicht nur stärker, sondern auch über eine längere Strecke auf das Dreheisen einwirken können. Das ist nur möglich, wenn das Dreheisen selbst ein Elektromagnet ist.
Nach unseren bisherigen Versuchen besteht ein Elektromagnet aus einem Eisenstück, das in einer Spule aus Drahtwindungen steckt. Darum können wir unser bisheriges Dreheisen in einen Elektromagneten verwandeln, wenn wir es mit Wicklungsdraht 24 bewickeln. Natürlich darf dieser Draht das Eisen nirgends berühren. Zwar hat er eine Lackisolation, die aber leicht abgekratzt und dann unwirksam wird. Deshalb müssen wir das Dreheisen isolieren.
Zunächst nehmen wir die Motorwelle mit dem Dreheisen heraus, indem wir den Klemmkörper abschrauben und den hinteren Haltewinkel (aus Loch 7) entfernen. Dann können wir die Motorwelle herausziehen.



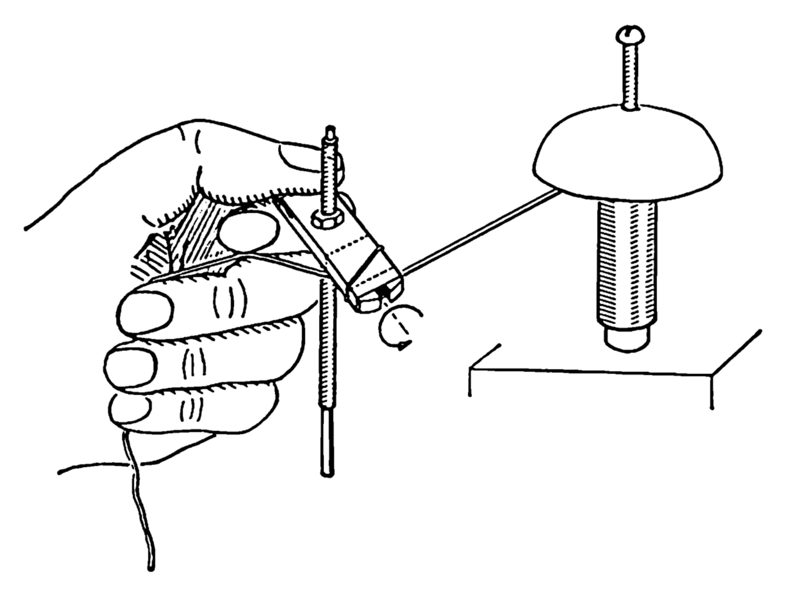
Mutter wieder gut festziehen

Jetzt wird das als Dreheisen montierte Ankereisen isoliert, indem wir es entweder mit Klebstreifen umwickeln oder es von der Motorwelle herunternehmen und in ein Stück Papier einwickeln. Dazu ist auf unserem Ausschneidebogen ein passendes Stück (f) vorbereitet. Dort ist sogar das Mittelloch gekennzeichnet, durch das wir die Motorwelle stecken müssen, wenn wir das Ankereisen wieder an seinen Platz zurück auf die Motorwelle schrauben. Die punktierten Linien geben an, wo die beiden Wicklungshälften sitzen sollen.

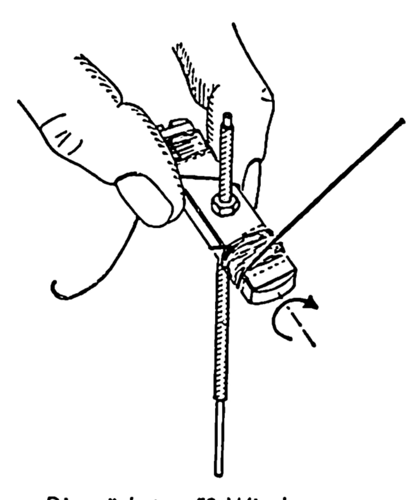
Wenn du keinen Freund zum Halten des Drahtes beim Wickeln hast, kannst du die Abwickelvorrichtung aus Kapitel 91 wieder aufbauen, diesmal aber auf der Galvanometerplatte mit Loch 77.

Auf jeden Arm des Dreheisens werden 50 Windungen gewickelt (jeweils zwischen die punktierten Linien), also im ganzen 100 Windungen. Die Enden lassen wir jeweils 15 cm lang.

Wenn man nach Bewickeln der einen Hälfte an der Motorwelle vorbei zur anderen Hälfte des Eisens übergeht, muß man in der gleichen Richtung weiterwickeln, wie wenn die Motorwelle nicht vorhanden wäre. Da du aber mit der rechten Hand wikkelst, drehst du das Ankereisen um und hältst es an der bewickelten Hälfte fest. Dadurch kehrt sich scheinbar die Wickelrichtung um, wenn du mit dem Wickeln der zweiten Hälfte beginnst; denn du mußt in diesem Fall die zweite Hälfte anders herum wickeln. Die Abbildungen zeigen dir, wie du wickeln mußt:



Die ersten 50 Windungen gegen den Uhrzeigersinn



Die nächsten 50 Windungen auf der anderen Hälfte im Uhrzeigersinn

Ein Zentimeter der Drahtenden wird mit dem Schleifpapier jeweils blank gemacht (siehe Versuch 92). Wir verbinden die Anschlußdrähte der eben gewickelten Spule kurzzeitig mit der Batterie, so daß der Strom durchfließen kann, und überzeugen uns durch Annähern des Eisenblechstreifens 34, daß das bewickelte Ankereisen tatsächlich zum Elektromagneten geworden ist.

Diesen Versuch machen wir nur kurz, damit unsere Batterie geschont bleibt. Unsere Ankereisenwicklung nimmt nämlich viel Strom auf, solange das Ankereisen sich nicht zwischen den Polen eines Magneten — wie z. B. später im Motor — drehen darf.

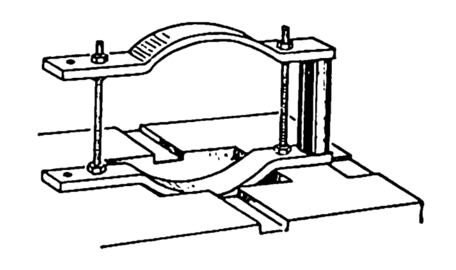
Den Rest des Wickeldrahtes verwahren wir gut; denn wir brauchen ihn später noch zum Bau des großen Motors.

104. Er macht eine halbe Umdrehung

Für diesen Versuch nehmen wir die Spule wieder ab und ergänzen den Aufbau durch den Stabmagneten 20, weil dieser von selbst ohne Strom magnetisch ist. Der Stabmagnet wird neben die Langschraube gestellt, von der die eine lose Mutter abgenommen wird; denn der Stabmagnet hat genau die richtige Länge für den Abstand des zweiten Poleisens.

Auf der anderen Seite schrauben wir den Eisenkern 21 ab. Dafür kommt durch Loch 25 von unten eine Langschraube, die mit einer von oben aufgeschraubten Mutter das untere Poleisen an der Grundplatte befestigt.

Nun schrauben wir auf die einzeln stehende Langschraube noch eine Mutter, deren Oberkante die gleiche Höhe mit der Oberkante des Stabmagneten haben soll. (Das läßt sich leicht einstellen, wenn man als Abstandsmaß den Eisenkern benutzt, der die gleiche Länge wie der Stabmagnet hat. Aber nicht aus Versehen den Eisenkern etwa mit einbauen!)



Jetzt wird das obere Poleisen aufgesetzt und mit je einer Mutter an beiden Langschrauben befestigt, wie es die Abbildung zeigt.

Du kannst dich davon überzeugen, daß die Poleisen auch jetzt wieder magnetisch sind, indem du wieder den Eisenblechstreifen an die Poleisen hältst.

Nun setzen wir den bewickelten Drehmagnet mit seiner Motorwelle wieder in die Haltewinkel ein. Schon während des Einbaues siehst du, daß er immer an dem einen oder anderen Poleisen haften bleiben möchte. Er läßt sich erst wieder drehen, wenn die Haltewinkel ganz fest sitzen und stellt sich dann sofort senkrecht zwischen die Pole.

Wenn wir nun den Strom von der Batterie über die langen dünnen Drahtenden in den Drehmagnet leiten, beobachten wir vielleicht, wie er mit einem Ruck noch deutlicher in die senkrechte Stellung geht.

Wenn wir die Anschlüsse der Batterie vertauschen, so daß der Strom entgegengesetzt durch die Windungen fließt, sehen wir zu unserer Überraschung, daß der Drehmagnet sich rasch halb herumdreht. Du fragst dich, wie kommt diese Bewegung zustande? Wir haben es nämlich hier mit zwei Magneten zu tun. Der eine Magnet ist der Stabmagnet mit seinen Poleisen. Der andere Magnet ist der bewickelte Drehmagnet; natürlich nur, wenn er von Strom durchflossen ist.

Von früheren Versuchen weißt du (Versuch 42), daß ungleichnamige Pole sich anziehen und gleichnamige Pole sich abstoßen. Nehmen wir an, daß am oberen Poleisen ein Nordpol sei und daß das Dreheisen durch den Einfluß des Stromes am oberen Ende einen Südpol bekommen habe. Dann erfolgt Anziehung, und das Eisen steht still. Diese Anziehung wird noch kräftiger, weil unten der Südpol des Poleisens und der Nordpol des Drehmagnetes sich gegenüberstehen.

Nach Vertauschen der Stromrichtung ist im oberen Ende des Drehmagneten nun auch ein Nord- und dafür an seinem unteren Ende ein Südpol entstanden, während in den Poleisen die Pole dieselben geblieben sind. Weil nun gleiche Pole einander gegenüberstehen, erfolgt kräftiges Abstoßen, bis nach einer halben Umdrehung wieder ungleiche Pole sich gegenüberstehen, die einander anziehen.

Wir wiederholen das Vertauschen der Richtung und beobachten, daß sich der Drehmagnet wieder in die ursprüngliche Richtung dreht. Durch fortgesetztes Stromwechseln könnten wir so das Eisen in fortwährende Drehung versetzen.

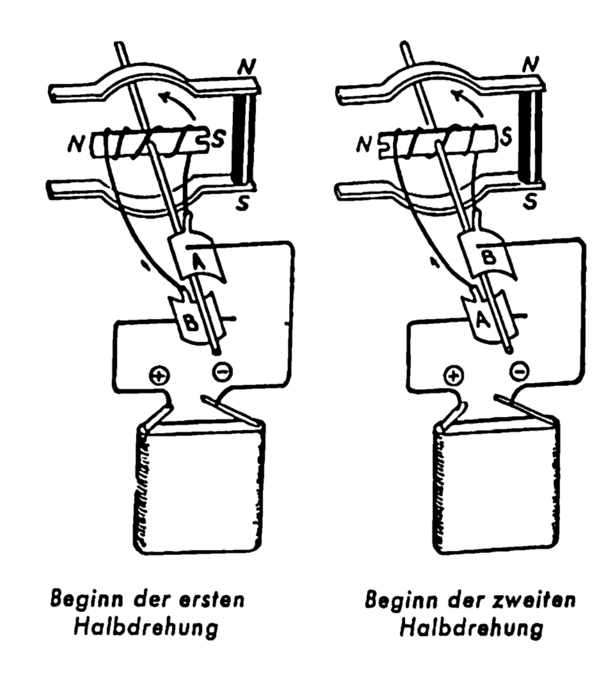
Wir beachten, daß diese Anziehung und Abstoßung während der ganzen Umdrehung erfolgt und darum die Kraftwirkung eine viel stärkere ist als in Versuch 102.

105. Ein Elektromotor

In der nachstehenden schematischen Abbildung erkennen wir nun leicht den Stabmagneten mit den beiden Poleisen und dazwischen auf seiner Achse den Drehmagnet mit seiner Wicklung. An sich müßten natürlich viel mehr Windungen eingezeichnet sein. Die vereinfachte Darstellung erleichtert dir aber das Verständnis.

Beim vorhergehenden Versuch mußtest du immer die Drähte vertauschen, wenn sich der Drehmagnet um eine halbe Drehung weiterdrehen sollte. Bei einem richtigen Elektromotor schaltet der Motor die Enden seiner Drehmagnetwicklung (man sagt Ankerwicklung zu ihr) selbst um. Wir wollen uns das nun auf den folgenden Abbildungen ansehen:

Du siehst, daß Anfang und Ende der Wicklung jeweils zu einem leicht gebogenen Metallplättchen geführt sind. Diese Metallplättchen sitzen auf einer gedachten isolierenden Trommel, die sich auf der Motorwelle mitdreht.



Beginn der ersten Halbdrehung — Beginn der zweiten Halbdrehung

Die von der Batterie kommenden Drähte sind irgendwo befestigt und liegen schleifend auf der Trommel. Wenn die Trommel sich dreht, schleifen sie also über die gewölbten Metallplättchen auf der Außenseite der Trommel. Die gebogenen Metallplättchen, die auf unseren Abbildungen mit A und B bezeichnet sind, nennt man Lamellen.

Beim Einschalten des Motors ergibt sich die Stellung der linken Abbildung. Der Strom (rechnerische Stromrichtung) kommt vom Pluspol der Batterie über Lamelle B, fließt durch die Wicklung des Drehmagneten und dann über die Lamelle A zum Minuspol der Batterie.

Dadurch entsteht im Drehmagnet die angegebene Magnetpolarität. Die rechte Seite des Ankereisens mit der Kerbe wird also vom oberen Poleisen angezogen und gleichzeitig vom unteren abgestoßen; die linke Seite des Ankereisens wird vom unteren Poleisen angezogen und vom oberen abgestoßen. Der Anker beginnt sich also gegen die Uhrzeigerrichtung zu drehen.
Wie die Polarität im Drehmagneten (Anker) entsteht, kannst du vergleichsweise im Versuch 66 nachsehen.

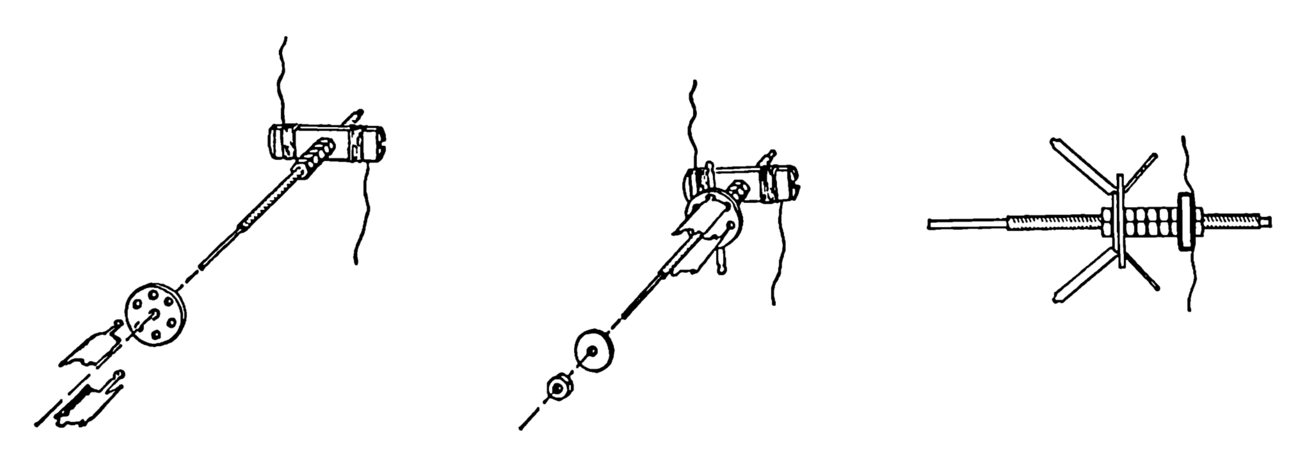
Nach einer halben Umdrehung ist die eingekerbte Seite des Ankereisens links. Da inzwischen aber Lamelle A unten und Lamelle B oben liegen, hat sich die Stromrichtung im Drehmagneten umgekehrt. Deshalb ist jetzt die Seite mit der Kerbe ein Nordpol. Aber die Seite mit der Kerbe befindet sich jetzt an der Stelle, wo auch vorhin ein Nordpol des Ankers zu finden war. Aus den gleichen Gründen will sich der Anker also wieder weiter gegen die Uhrzeigerrichtung drehen.

106. Der Kollektor

Die aus den beiden Lamellen und der Befestigungstrommel bestehende Einrichtung, die bei jeder Halbdrehung die Stromrichtung im Anker umkehrt, nennt man Kol-

lektor. Wir wollen jetzt unseren Anker mit einem solchen Kollektor versehen. Voraussetzung für die richtige Lage ist zunächst, daß der im Versuch 101 angegebene Abstand des Ankereisens vom Ende der Motorwelle mit dem kurzen Ansatz genau eingehalten ist.

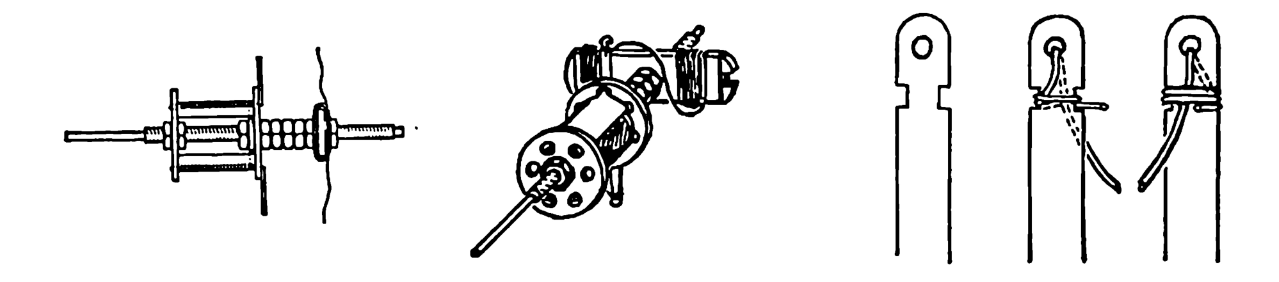
Damit wir den richtigen Abstand zwischen bewickeltem Eisen und dem Kollektor bekommen, schrauben wir auf die eine Seite mit dem langen Ansatz zunächst noch vier Sechskantmuttern auf. Im ganzen sind auf dieser langen Seite der Motorwelle also jetzt fünf Muttern aufgeschraubt. Dann stecken wir einen Lamellenhalter 5 mit seinem mittleren Loch auf. Nun werden die langen Ansätze von zwei Kollektorlamellen 29 durch zwei gegenüberliegende Randlöcher des Lamellenhalters gesteckt, anschließend biegen wir die Ansätze nach außen (siehe nächste Abbildung).



Nun kommen noch die Zentrierscheibe 4 und eine Sechskantmutter auf die Motorwelle. Damit die Befestigung der Mutter leichter geht, klappen wir die Kollektorlamellen nochmals kurz zur Seite. Wichtig ist, daß die Stiele der Lamellen quer zur Richtung des Ankereisens stehen. In dieser Lage wird die Zentrierscheibe mit dem Lamellenhalter festgeschraubt.

Jetzt setzen wir noch eine Mutter, den zweiten Lamellenhalter und die Abschlußmutter auf.

Die Mutter, die vor dem zweiten Lamellenhalter aufgeschraubt wird, soll so weit eingeschraubt sein, daß der zweite Lamellenhalter an seinem Platz ganz fest sitzt, nachdem die Zapfen der Kollektorlamellen in seine Löcher eingerastet haben.



Die Anschlußenden werden so gekürzt, daß sie noch 2 cm über den Lamellenstiel hinausragen, blank gemacht, durch das Loch des Lamellenstieles gesteckt und um den schmalen Teil gewickelt, wie die Abbildungen es zeigen. Damit ist der neue Anker aus Drehmagnet und zweiteiligem Kollektor fertig.

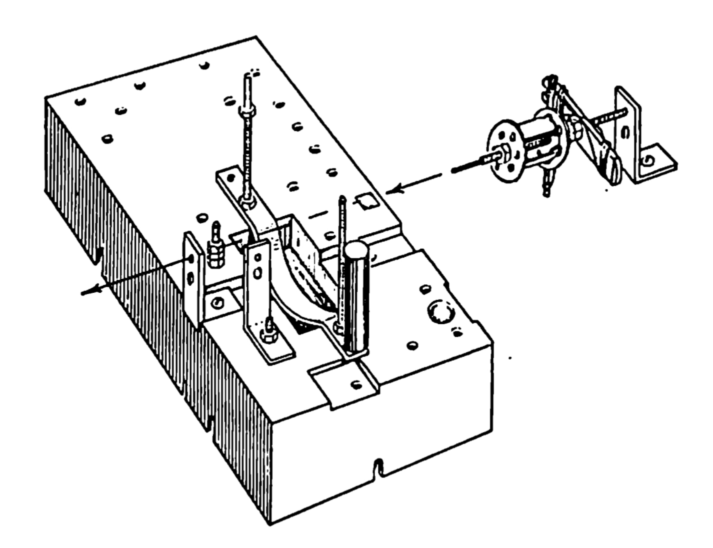
107. Der kleine Motor wird montiert

Poleisen und ein Haltewinkel sind noch von vorhin aufgebaut, so daß wir zunächst nur die Halterung der Schleifdrähte montieren müssen.

Dann stecken wir die Kontaktschraube 14 von unten durch Loch 36. Von oben werden drei Sechskantmuttern aufgeschraubt.

Ein Haltewinkel wird mit einer von unten durch Loch 38 gesteckten Zylinderschraube (Mutter von oben) an seinem kurzen Schenkel befestigt, wie es auf der Abbildung zu sehen ist.

Der Deutlichkeit halber wurde auf der Abbildung das obere Poleisen abgenommen gezeichnet. Wenn es noch montiert ist, kannst du es aber gleich drauflassen, andernfalls ist es nach Einsetzen des Ankers (der hintere Haltewinkel wird wieder in Loch 7 befestigt) aufzusetzen und mit zwei Muttern festzuschrauben.

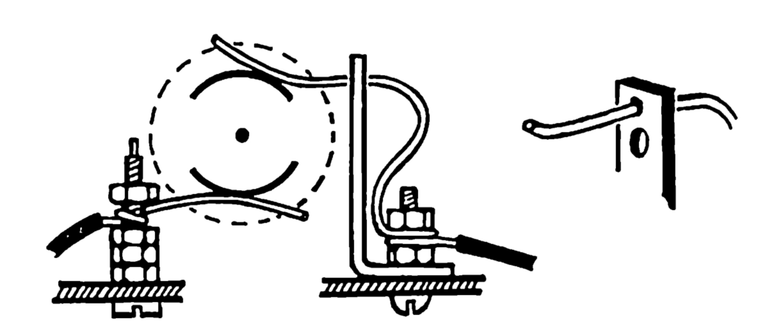


Jetzt wird der vorhin gewickelte Motoranker eingesetzt (siehe Abbildung). Die Anschlußstiele der Kollektorlamellen werden nötigenfalls ein wenig schräg nach hinten gebogen, damit sie nicht am Haltewinkel streifen, der in Loch 38 befestigt wurde. Durch Ausrichten der Lagerwinkel wird dafür gesorgt, daß sich der Anker leicht dreht.

Für die Schmierung der Achsansätze genügt ein winziger Tropfen Öl, wenn der Motor besonders schnell laufen soll. Das Öl, wenn du unbedingt eines nehmen willst, darf aber unter keinen Umständen so reichlich sein, daß es an den Haltewinkeln hinunterläuft. Die Grundplatte soll möglichst nicht mit Öl in Berührung kommen. (Evtl. sofort ganz sauber abwischen.)

108. Stromzuführung über Schleifdrähte

Unser Motor braucht nun nur noch Strom, damit er sich dreht. Dieser Strom muß über die beiden Kollektorlamellen der Ankerwicklung zugeführt werden. Das soll über zwei Schleifdrähte geschehen.



Wir nehmen dazu zwei lange Leitungen, deren steckerloses Ende wir länger abisolieren, und zwar bei der einen Leitung 4 cm lang und bei der anderen 6 cm lang.

Die blanken 4 cm schlingen wir so um die Kontaktschraube, daß das Ende federnd von unten gegen den Kollektor drückt. Dann wird eine Sechskantmutter draufgeschraubt und festgezogen.

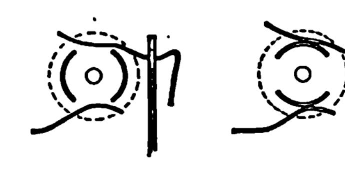
Die blanken 6 cm der anderen Leitung schlingen wir um die Befestigungsschraube des dritten Haltewinkels, der frei neben dem Kollektor steht. Es wird mit einer aufgeschraubten Mutter befestigt. Dann wird das blanke Ende durch das kleine obere Loch dieses Haltewinkels gesteckt und so gebogen, daß es federnd von oben auf den Kollektor drückt.

109. Wir setzen den kleinen Motor in Betrieb

Ehe wir den kleinen Motor einschalten, drehen wir den Anker so, wie es auf der vorigen Abbildung gezeigt war.

Der eine Schleifdraht soll also die obere Kollektorlamelle in dem Augenblick berühren, wo auch der untere Schleifdraht die untere Kollektorlamelle berührt, damit der Stromstoß zustande kommt.

Sollten die Schleifdrähte nicht richtig gegen den Kollektor liegen, können wir sie leicht nachbiegen, wenn wir den Anker weiterdrehen, bis er quer steht. Dann lassen sich die Schleifdrähte etwas gegen die Achse biegen, so daß sie leicht angehoben werden, wenn sich der Anker wieder weiterdreht. Die Schleifdrähte sollen aber auch nicht zu stark auf die Kollektorlamellen drücken, so daß der Motor nicht mehr als nötig abgebremst wird.

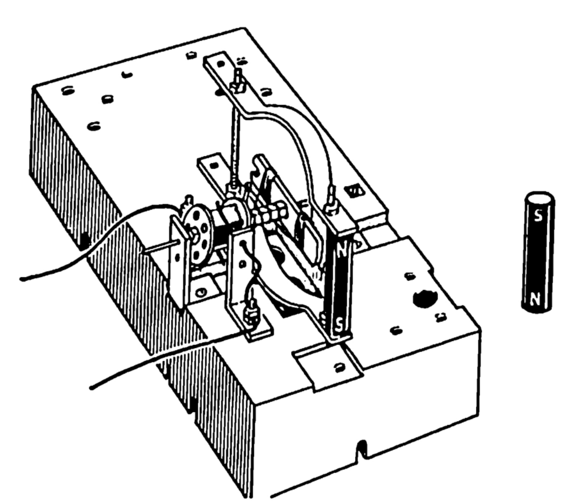


Jetzt stecken wir die beiden Stecker auf die Batterie. Dann werfen wir den Motor an, indem wir die Achse ½mal herumdrehen und dann schnell loslassen. Dabei merken wir, in welcher Richtung der Motor laufen möchte, und werfen, falls er nicht von selbst weiterläuft, in der richtigen Richtung nochmals an.

Sind die Schleifdrähte richtig eingestellt, schnurrt der Motor jetzt freudig los.
Daß der kleine Motor ganz von allein anläuft, ist nur in einer Ankerstellung möglich, auf der er aber vorher meist nicht stehen bleibt. Deshalb muß ein Motor wie der unsrige immer angeworfen werden, ehe er läuft.

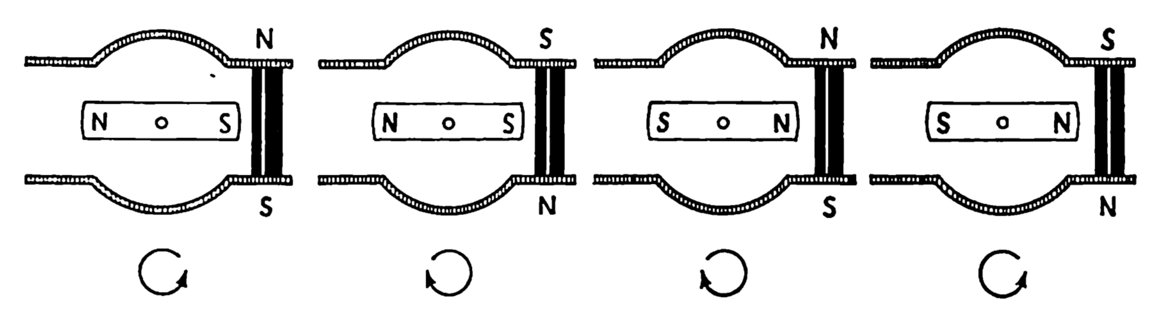
110. Rückwärtslauf

Jetzt wollen wir doch einmal sehen, ob der Motor nicht anders herum laufen kann! Wir wissen, daß die Arbeitsweise des Motors auf gegenseitiger Einwirkung von zwei Magnetkräften aufeinander beruht.
Die feststehende Magnetkraft wird „Feld“ genannt; denn sie erzeugt das Magnetfeld, in welchem der Magnetismus des Ankers die Drehbewegung erzeugt. Unser Stabmagnet arbeitet im Motor als „Feldmagnet“.



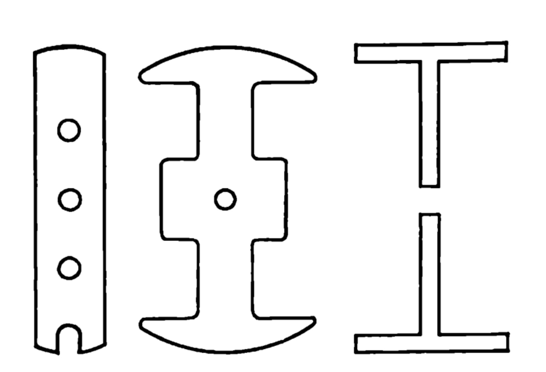
Wenn wir das eine Magnetfeld umkehren, das andere aber lassen, muß unser Motor anders herum laufen.
Wir lockern also die Muttern des oberen Poleisens und nehmen den Stabmagneten heraus. Nachdem wir ihn umgedreht haben, schrauben wir das obere Poleisen wieder fest. Wenn wir die Anschlüsse genau so auf die Batterie stecken wie vorher, läuft der Motor jetzt anders herum.

Man kann die Laufrichtung aber auch umkehren, wenn man nur die Anschlüsse der Batterie vertauscht, also den Feldmagneten nicht umdreht, sondern in der alten Stellung eingespannt läßt. Dann ändert sich die Richtung der Magnetkraft des Ankers, während das Feld unverändert bleibt.
Versuchen wir jetzt einmal, was geschieht, wenn wir sowohl den Anker durch Vertauschen der Batterieanschlüsse umpolen als auch das Feld durch Umdrehen des Feldmagneten. Die Laufrichtung des Motors ändert sich dann natürlich nicht. Wir können uns das nochmals an folgender Skizze klarmachen:



111. Doppel-T- und Drei-T-Anker

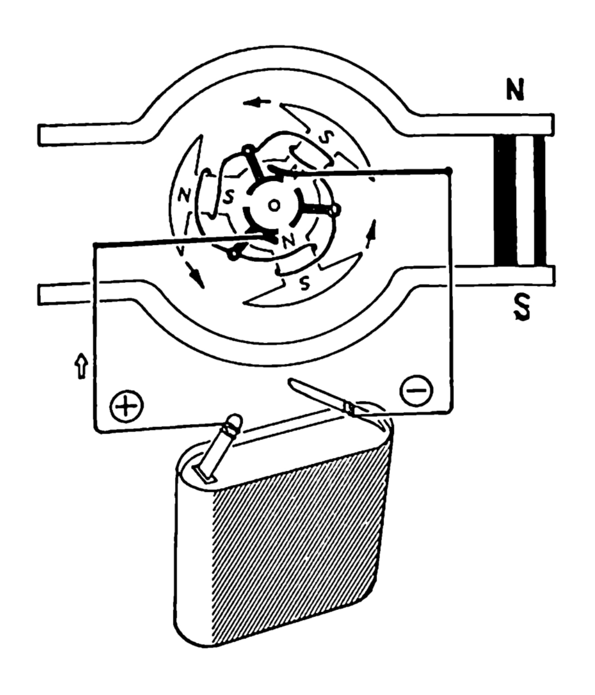
Der Anker, den wir mit unserem Ankereisen gewickelt haben, wird von Fachleuten „Doppel-T-Anker“ genannt, weil solche Motoren die Wicklung des Ankers meist in einer Ausnehmung des Ankers tragen. Das Ankereisen mit solchen Ausnehmungen sieht dann aus wie zwei T, die mit ihrem Fuß aufeinander stehen.

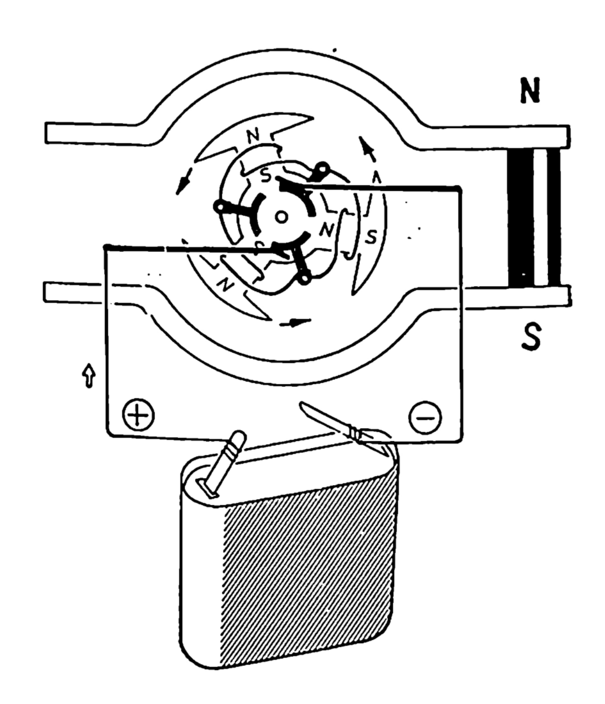


Der Nachteil eines Doppel-T-Anker-Motors besteht darin, daß er nicht von selbst anläuft. Oder, genauer gesagt, daß es ein Zufall ist, wenn der Anker gerade so steht, daß er von selbst anläuft.

Das läßt sich ändern, wenn man einen 3-T-Anker baut. Der 3-T-Anker läuft fast immer von allein an, und es ist bei ihm eine große Ausnahme, wenn der Anker so steht, daß er einmal nicht von selbst anläuft. Diese Ausnahme tritt bei Motoren ein, deren einzelne Kollektorlamellen durch Isolierzwischenlagen getrennt sind, und zwar, wenn ein Schleifdraht gerade auf dieser Trennschicht steht. Da diese Trennfugen aber sehr schmal sind, kann man sagen, daß ein Motor mit 3-T-Anker praktisch immer von selbst anläuft. Wie macht der 3-T-Anker das?

Der 3-T-Anker besteht aus drei solchen Teilspulen, wie der Doppel-T-Anker deren zwei besitzt. Natürlich hat er auch drei Kollektorlamellen. Trotzdem sind aber nur zwei Schleifdrähte vorhanden:





Solange eine Spule waagerecht steht, ist sie direkt mit der Batterie verbunden. Die schräg stehenden Spulen liegen in Serie. Während sich eine Spule von der waagerechten in diese Schräglage dreht, kommt die nachfolgende Spule in eine senkrechte Lage, zeigt also nach oben bzw. unten. In diesem Augenblick findet die Umschaltung statt, da der Schleifer dann über eine Aussparung des Kollektors gleitet. Da dieser Motor kräftiger ist als unser erstes Modell und auch von allein anläuft, wollen wir ihn bauen. Zunächst nehmen wir das obere Poleisen ab, dann schrauben wir die Schraube durch Loch 7 heraus und lösen damit den Haltewinkel, der den Zwei-T-Anker hält.

Der Anker wird zerlegt. Der Draht kann auf dem Ankereisen bleiben, bis wir ihn für die Telefonversuche später wieder brauchen.

Nachdem die Schleifdrähte mit ihrer einen Haltemutter abgenommen sind, sieht die Grundplatte wieder so aus, wie auf Abbildung in Abschnitt 107, ehe der Anker eingebaut wurde.

112. Wir wickeln uns einen 3-T-Anker

Den 3-T-Anker können wir uns aus den neun Ankerblechen 37 und den beiden Deckpappen 36 leicht selbst herstellen.

Um den Anker an den richtigen Platz auf der Motorwelle zu bringen, schrauben wir zunächst drei Muttern von der Seite mit dem kurzen Ansatz her auf die Motorwelle. Die äußere der drei Muttern soll gerade mit dem Gewinde beginnen, so daß nur der kurze Ansatz herausschaut, wie die Abbildung es zeigt. Die anderen beiden Muttern sollen ohne Abstand folgen.

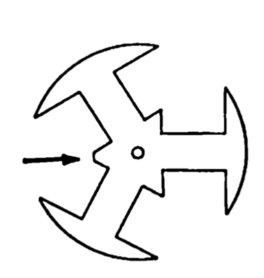


Während die äußere Mutter nur dazu diente, die richtige Lage der beiden anderen Muttern auf der Motorwelle festzulegen und wieder abgenommen wird, werden die beiden verbleibenden Muttern fest gegeneinandergeschraubt (gekontert); denn sie bilden die eine Befestigung für das „Ankerpaket". Jetzt wird das „Ankerpaket" aufgeschraubt. Es besteht aus einer Deckpappe 36, neun Ankerblechen 37 und wieder einer Deckpappe 36.



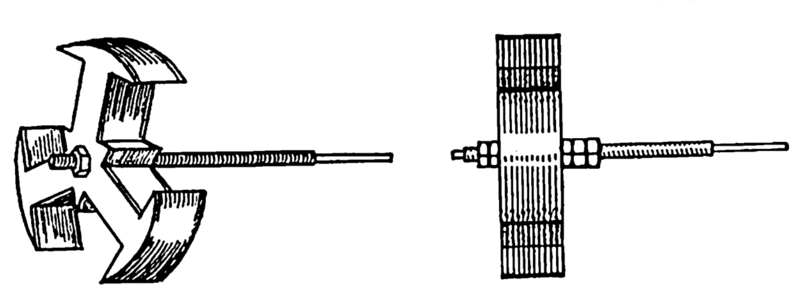
Diese Teile müssen nun so aufgefädelt werden, daß die glatte Seite der ersten Deckpappe auf den beiden Kontermuttern aufliegt. Dann kommen die neun Ankerbleche, die so aufzufädeln sind, daß die matte, papierbeklebte Seite immer rechts liegt. Die Metallseite des folgenden Bleches liegt also immer auf einer beklebten Seite des vorigen Bleches auf.

Beim mittleren Dreieck fehlt eine Ecke. Diese auf der Abbildung mit Pfeil kenntlich gemachte Ecke muß bei allen Blechen und den Deckpappen aufeinanderliegen.



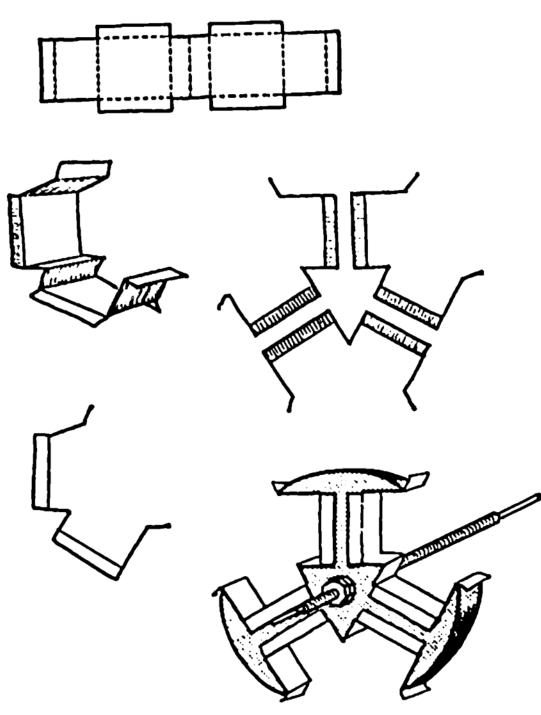
Zum Abschluß kommt die zweite Deckpappe so drauf, daß ihre glatte Seite der Abschlußmutter zugewandt ist, die wir zum Zusammenhalten aufschrauben. Diese Mutter muß so fest aufgeschraubt werden, daß das gesamte Ankerpaket sich nicht mehr gegen die Motorwelle verdrehen kann. (Natürlich sollen Pappen und Bleche genau aufeinandergelegt werden und nicht gegeneinander verdreht sein.)

Ist die Haltemutter, die wir zum Abschluß aufgeschraubt haben, fest angezogen, kommt eine weitere Mutter drauf, die fest gegen diese erste Mutter angezogen wird.



Danach setzen wir noch eine dritte Mutter auf, die den Abstand zum Kollektor herstellen soll. Auch diese dritte Mutter muß fest auf die beiden vorangehenden geschraubt sein, damit sich später der Kollektor nicht auf der Motorwelle verdrehen kann.

Ehe wir mit dem Wickeln beginnen, prüfen wir, ob das Ankerpaket wirklich festsitzt, sonst ziehen wir es nochmals nach, indem wir mit je einem Gabelschlüssel die beiden an der vorderen und hinteren Deckpappe anliegenden Muttern gegeneinander festziehen und die jeweils drübergeschraubten Muttern nochmals nachziehen.



Die Wicklung selbst darf an keiner Stelle die Ankerbleche berühren. Die Kanten der Ankerbleche sind nämlich so scharf, daß sie den Lacküberzug des Drahtes sofort beschädigen würden. Deshalb legen wir die drei Schutzpapiere aus unserem Ausschneidebogen (a) zwischen die drei Schenkel des Ankerpaketes. Alle gestrichelten Linien sind Kanten, die umgebogen werden müssen.

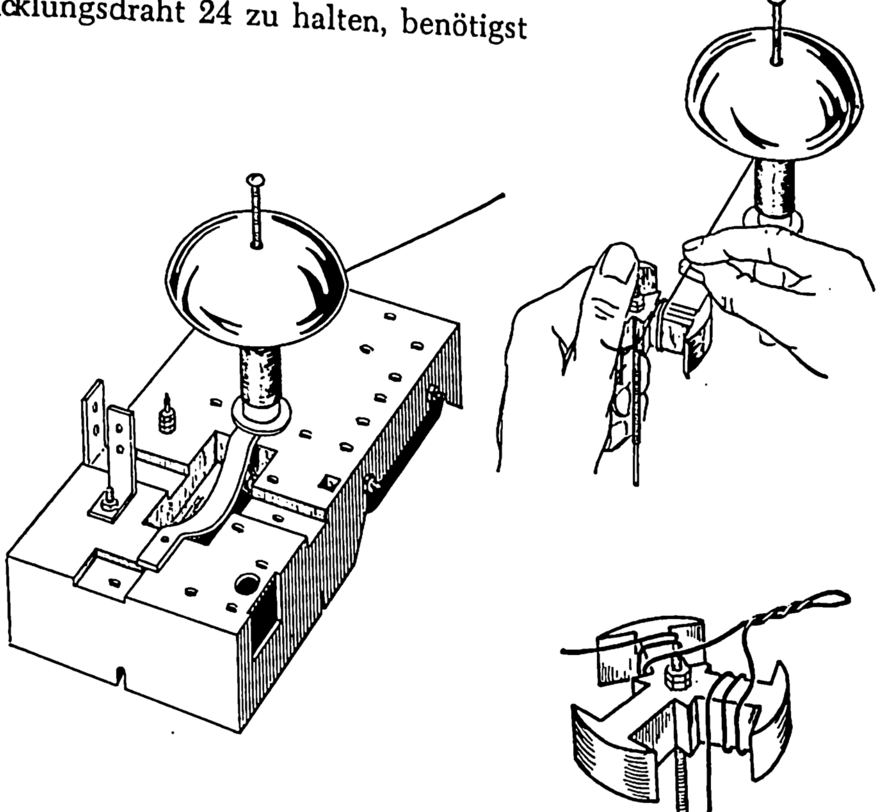
Die Abbildung zeigt das Einlegen des Schutzpapiers. Dort, wo die Wicklung draufkommt, können wir die Schenkel des Ankerpaketes mit einem Klebestreifen umwickeln, damit das Schutzpapier besser hält.

Außen ist das Schutzpapier etwas länger, als es später notwendig ist; wir lassen diese Fahne am Ende während des Wickelns jedoch dran und legen sie außen um den

runden Teil des Ankers. Dann können wir bis in die Ecke wickeln, ohne eine Beschädigung des Drahtes fürchten zu müssen.

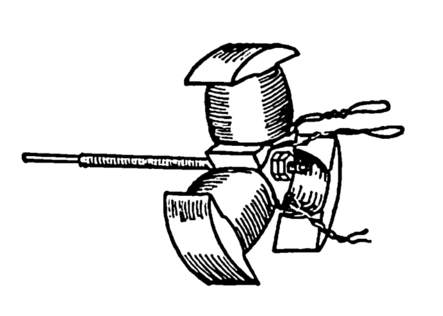
Nach der Zusammenstellung des Anker-Blechpaketes können wir nun die drei Schenkel bewickeln.

Wenn gerade niemand Zeit hat, dir beim Wickeln die Papprolle mit dem Wicklungsdraht 24 zu halten, benötigst du zum Wickeln wieder eine Wickeleinrichtung. Wir schrauben dazu die durch Loch 28 gehende Langschraube heraus. Auf die Langschraube, die durch Loch 25 führt, stecken wir zuerst einen Lamellenhalter 5. Oben wird dann eine Mutter und danach der Klemmkörper 38 befestigt, wie das in Abschnitt 91 beschrieben wurde.

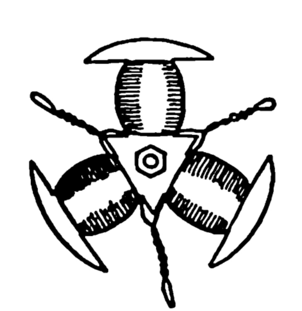


Nach den weiteren Anweisungen des Abschnittes 91 wird die Wickeleinrichtung mit der anderen Langschraube und der Glockenschale ergänzt.

Unten wird zur Beschwerung eine Batterie eingesetzt. Jetzt nehmen wir das Ankerpaket in die linke Hand und lassen einen Schenkel rechts herausstehen. Auf diesen werden im Uhrzeigersinn 150 Windungen aufgewickelt; den Anfang lassen wir ca. 10 cm lang frei wegstehen, wie es die Abbildung (oben rechts) zeigt. Die nächsten Abbildungen zeigen das Prinzip, wie die Spulen auf die drei Schenkel gewickelt werden: Alle drei Spulen werden mit je 150 Windungen im Uhrzeigersinn bewickelt. Der Draht, der von einer zur nächsten Spule führt, wird für den Anschluß in eine zusammengedrehte Schlaufe gelegt.



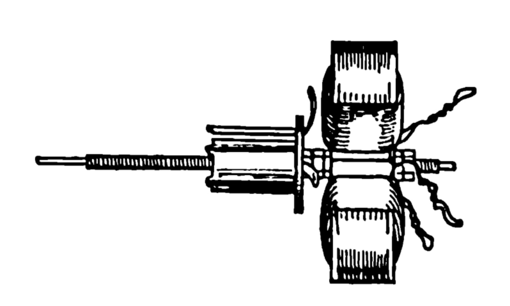
(Anmerkung: Beim Wickeln darf der Draht nicht zwischen Paket und Schutzpapier geraten, sonst läuft der Motor später nicht, da bei zwei solcher Stellen ein Teil des Ankers kurzgeschlossen würde.)
Zuletzt werden Anfang der ersten und Ende der letzten Wicklung zusammengedreht. Alle verdrillten Enden sollen ca. 6 cm lang sein, dazu sind also 12 cm Draht zwischen den Wicklungen nötig. Die Herausführungen werden so verdrillt, daß der Draht stramm in die nächste Wicklung hineinführt. Diese Herausführungen sollen jedoch die Muttern auf der Motorwelle nicht berühren. Vielmehr können sie auf der Kante des zwischen den Schenkeln befindlichen Dachsattels aufsitzen.



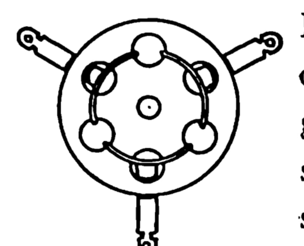
Bis der Kollektor fertig montiert ist, lassen wir die drei Anschlußenden, die wir gerade verdrillt haben, an der Seite herausstehen, an der die Motorwelle ihren kurzen Stummel hat.

113. Der Kollektor des 3-T-Ankers wird montiert

Nachdem wir die Wickeleinrichtung wieder abgebaut haben (den übrigen Draht können wir später noch für die Telefonversuche brauchen), richten wir die Grundplatte wieder her, wie in Abschnitt 107 vor dem Einbau des Ankers. Die obere Langschraube der Wickeleinrichtung kommt also wieder durch Loch 28, und das an dieser Seite lose Poleisen wird wieder mit einer Mutter befestigt. Den Klemmkörper verwahren wir gut, denn wir brauchen ihn noch für Polwender und Mikrofon.



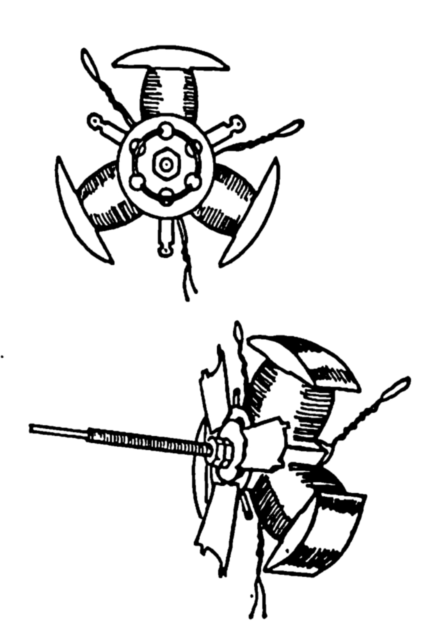
Nun gehen wir an die Montage des Kollektors:



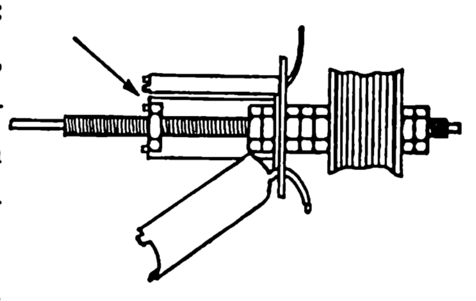
Die Stiele der drei Kollektorlamellen 29 werden, wie die Abbildungen zeigen, durch drei Außenlöcher eines Lamellenhalters 5 gesteckt, wobei je ein Loch Zwischenraum bleibt. Dann werden sie umgebogen (zwei davon sind bereits von Abschnitt 106 her so umgebogen).

Nun wird der Lamellenhalter auf das lange Ende der Motorwelle geschoben, wie es die Abbildung zeigt, bis er an den drei Muttern anliegt. Jetzt kommt die Zentrierscheibe 4, die mit einer Mutter fest angeschraubt wird. Der Lamellenhalter soll dabei so stehen, daß die Fahnen der drei Kollektorlamellen in der Mitte zwischen den Schenkeln des Ankerpaketes stehen. Zum Anziehen der Mutter können die Kollektorlamellen etwas auseinandergespreizt werden. Man muß aber aufpassen, daß die Fahnen der Kollektorlamellen nicht an der Wicklung schaben.

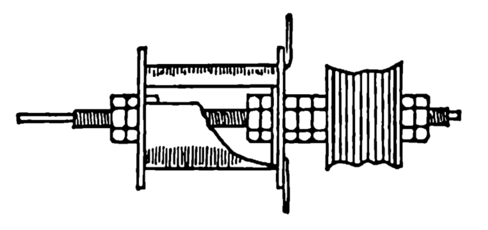
Die Haltemutter für die Zentrierscheibe muß ganz festsitzen und wird mit noch einer zweiten Mutter gekontert. Eine weitere einzelne Mutter soll von der Innenseite des Kollektors gegen den zweiten Lamellenhalter sitzen. Ihre Außenseite muß deshalb mit der Kante der Kollektorlamellen auf einer Höhe sein (siehe Abbildung).



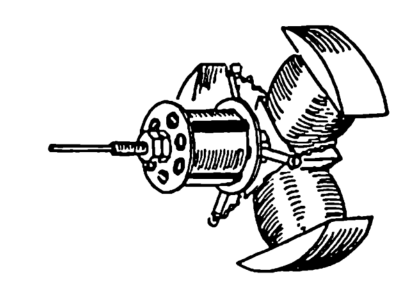
Dann wird der zweite Lamellenhalter aufgesteckt, wobei die Nasen der Kollektorlamellen in die Randlöcher des Lamellenhalters eingedrückt werden. Von außen werden dann noch zwei Muttern fest dagegengeschraubt.



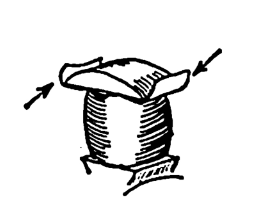
Jetzt werden die Anschlüsse hergerichtet:
Damit Verwechslungen ausgeschlossen sind, wird jeder Anschluß für sich allein ganz fertiggestellt: Zuerst wird er soweit gekürzt, daß er sich noch, wie in Abschnitt 106 beschrieben, um seinen Lamellenstiel wickeln läßt. Dann werden die beiden Adern aufgedrillt und einzeln ungefähr drei Zentimeter lang mit dem Schleifpapier blank gemacht. Vor dem Einfädeln in das Loch des Lamellenstieles werden sie wieder verdrillt. Anschließend wickeln wir sie so um den Hals des Lamellenstieles, wie es die Abbildungen im Abschnitt 106 zeigen. Etwa noch überstehende Papierreste werden vorsichtig abgeschnitten (siehe Pfeile).



Damit ist der 3-T-Anker fertig zum Einbau. Du weißt nun, daß ein Doppel-T-Anker zwei Kollektorlamellen hat, ein 3-T-Anker deren drei. Größere elektrische Maschinen haben noch mehr Wicklungen und natürlich auch entsprechend mehr Kollektorlamellen.



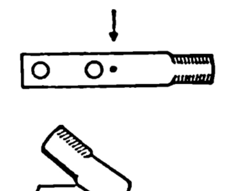
114. Einsetzen des 3-T-Ankers und Anbringen der Schleiffedern

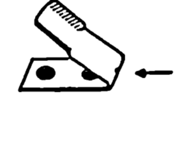


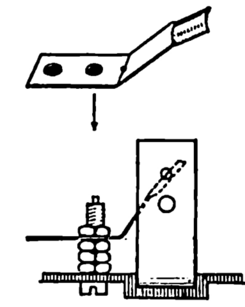


Ehe wir jetzt den Anker in unseren Motor einsetzen, montieren wir die untere Schleiffeder. Diesmal

nehmen wir keine Schleifdrähte, sondern die Schleiffedern 30. Wir biegen die untere Schleiffeder so, wie es die Abbildung zeigt. Zunächst legen wir sie mit der schaufelförmigen Öffnung nach unten auf den Tisch. Der Buckel der Rundung ist also uns zugewandt. Beim Körner (Pfeil), welcher sich ungefähr in der Mitte der Schleiffeder neben dem Loch befindet, biegen wir die Feder scharf nach oben um. Dabei kann die Feder auch ganz zusammengekniffen werden, damit ein scharfer Knick entsteht. Dann biegt man sie vorsichtig wieder so weit auf, wie es die dritte Abbildung zeigt. Da man das aber nur einmal machen darf, damit die Feder nicht bricht, muß man sich vorher genau vergewissern, ob es auch die richtige Seite ist, nach der man sie zusammenkneift.



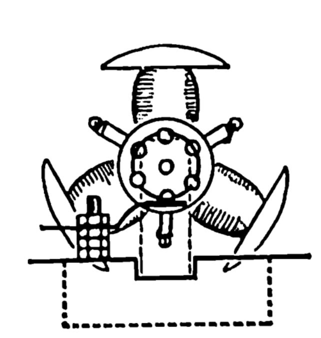




Jetzt wird diese Schleiffeder, wie es die nebenstehende Abbildung zeigt, auf die Kontaktschraube gesteckt, die mit drei Muttern in Loch 36 montiert ist, und von oben mit einer Mutter festgeschraubt.

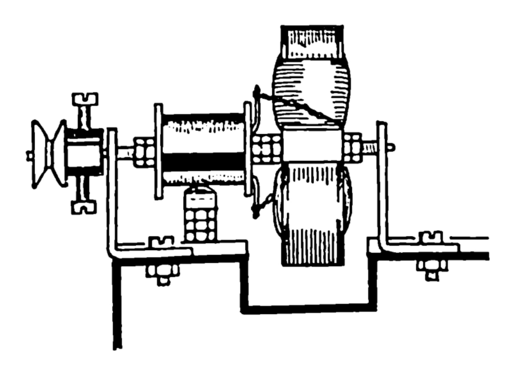
Nun bauen wir den 3-T-Anker ein. Dazu muß natürlich das obere Poleisen abgenommen werden.

Während wir mit dem Finger die untere Schleiffeder vorsichtig etwas nach unten drücken, ohne sie zu verbiegen, schieben wir den langen Ansatz der Motorwelle in das kleine obere Loch des in Loch 47 befestigten Haltewinkels.



Die andere Seite der Motorwelle wird wieder mit einem Haltewinkel in Loch 7 gelagert, wie wir es schon von den früheren Aufbauten her kennen. Dieser Haltewinkel wird erst festgeschraubt, wenn wir uns vergewissert haben, daß der Anker sich auch leicht dreht.

Da die untere Schleiffeder zuerst schräg nach oben zeigte, drückt der Kollektor sie jetzt etwas nach unten, so daß sie mit einem gewissen Druck auf den Kollektorlamellen schleift, wenn wir den Anker drehen. Jetzt montieren wir den Stabmagneten und das obere Poleisen entsprechend Abschnitt 104.



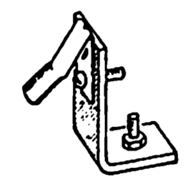
Als letztes wird die obere Schleiffeder montiert. Hierzu müssen wir den Haltewinkel, der noch in Loch 38 befestigt ist, vorerst wieder abnehmen.

Die zweite Schleiffeder 30 wird in genau der gleichen Weise zusammengekniffen wie die erste, jedoch nicht wieder so weit aufgebogen.

Dann wird die Schleiffeder mit dem äußeren Loch

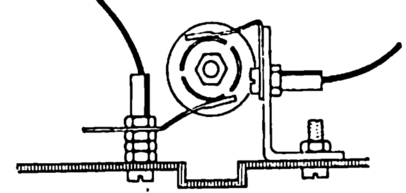
außen an der langen Seite des Haltewinkels befestigt, wie es die Abbildung zeigt. Zuletzt wird der Haltewinkel mit der Schleiffeder wieder wie vorher in Loch 38 befestigt, wobei die Schleiffeder von oben auf den Kollektor zu drücken beginnt.





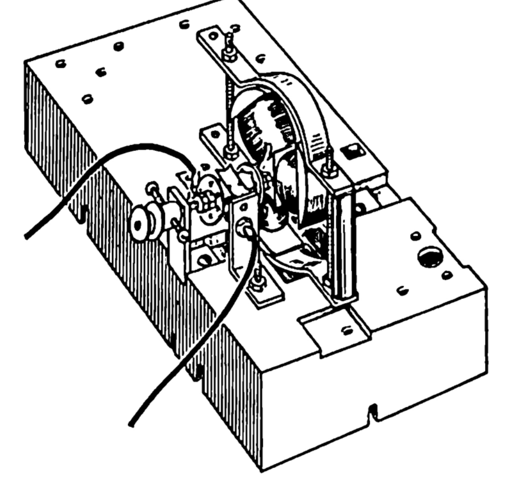
Beide Schleiffederenden schleifen jetzt mit dem Buckel ihres löffelförmigen Endes auf dem Kollektor.

Zum Schluß stecken wir die beiden Verbindungsleitungen zur Batterie auf die Schrauben, mit denen die Schleiffedern befestigt sind, wie die Abbildung es zeigt.



Sobald du die beiden Verbindungsleitungen mit der Batterie verbunden hast, wird der Motor loslaufen. Der Erfolg hängt davon ab, ob du vorhin die Anschlußenden sorgfältig blank gemacht und richtig fest um die Stiele der Kollektorlamellen gewickelt hast. Prüfe auch, ob der Anker nicht am oberen Poleisen streift.

Auf den Achsstummel der Motorwelle kannst du die Schnurlaufrolle 41 aufsetzen und mit zwei Zylinderschrauben befestigen. Sie muß vom Haltewinkel aber einen geringen Abstand haben, damit sie dort nicht streift. Mit dem als Riemen über die Schnurlaufrolle gelegten Gummiband kannst du kleine Modelle betreiben.



So, wie dieser Motor jetzt ist, kannst du ihn auch aufbauen, wenn du später Telefon und Mikrofon aufgebaut hast, die Teile reichen dazu aus.

Wenn du den Motor rückwärts laufen lassen willst, mußt du die Batterieanschlüsse vertauschen. Ein Umschalter für Vor- und Rückwärtslauf ist weiter hinten in Versuch 117 bzw. 118 beschrieben.

115. Stromerzeugung mit Maschinen

Zum Betreiben deines Motors oder für Lämpchenversuche benutzen wir immer den Strom aus der Taschenlampenbatterie. Der Strom aus der Lichtleitung ist nicht nur lebensgefährlich, er ist auch so stark, daß er deinen Motor oder die Birnchen sofort zerstören würde. Andererseits ist die Taschenlampenbatterie viel zu schwach, um etwa die Birne der Zimmerlampe zu speisen. In Abschnitt 96 ist dargestellt, daß man dazu etwa 50 Taschenlampenbatterien benötigen würde. Das gäbe eine teure Beleuchtung,

und darum ist schon dort gesagt, daß man den Strom für den Haushalt auf ganz andere Weise erzeugt. Das geschieht durch große Maschinen, sogenannte G e n e r a t o r e n, die in den Kraftwerken aufgestellt sind. Oft werden diese Generatoren auch Dynamomaschinen genannt.

Die kleinste derartige Stromerzeugungsmaschine ist die Lichtmaschine deines Fahrrades. In ihr werden Spulen und ein starker Magnet in einer deinem Motor ähnlichen Anordnung gegeneinander bewegt. Wenn wir Strom durch den Motor leiten, dreht sich der dreiteilige Anker; umgekehrt würde, wenn wir die Batterie weglassen und den Anker mit der Hand drehen, bei den Schleiffedern Strom herauskommen. Allerdings, so stark wird der Strom nicht sein, daß man damit ein Lämpchen zum Leuchten bringen könnte.

Zum Anzeigen schwacher Ströme dient uns das Galvanometer mit vielen Windungen. Wir verbinden also die beiden Schleiffederanschlüsse mit der empfindlichen Wicklung des Galvanometers für schwache Ströme. Am Galvanometer können wir beobachten, daß bei schnellerer Drehung der Strom stärker wird.

116. Wir drehen einmal rückwärts

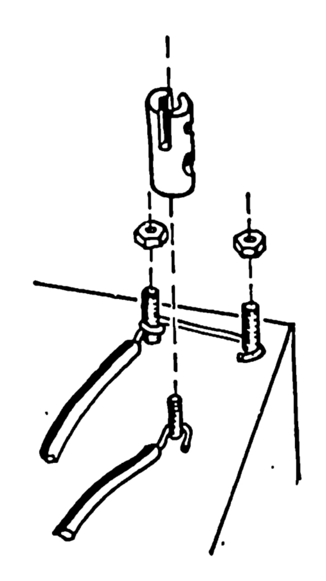
Was wohl geschieht, wenn wir die Achse unseres Motors einmal entgegengesetzt drehen? Die Nadel des Galvanometers schlägt auch entgegengesetzt aus. Da das Umpolen des Motors ja seine Laufrichtung umkehrt, ist diese Erscheinung eigentlich zu erwarten. Das entgegengesetzte Ausschlagen der Galvanometernadel bedeutet ja nichts anderes, als daß unser Motor, der jetzt als Generator arbeitet, seinen Strom andersherum liefert; Plus- und Minuspol der entstehenden Spannung sind also vertauscht.

117. Ein Polwender

Unser Motor macht als Generator nicht so großen Spaß. Besser wäre es, ihn als Motor noch zu vervollkommnen! Es ist sehr störend, daß wir immer die Batterieanschlüsse vertauschen müssen, wenn wir seine Laufrichtung umkehren wollen. Deshalb werden wir jetzt einen Schalter bauen, bei dem ein Druck genügt, ihn in jeder gewünschten Drehrichtung laufen zu lassen.

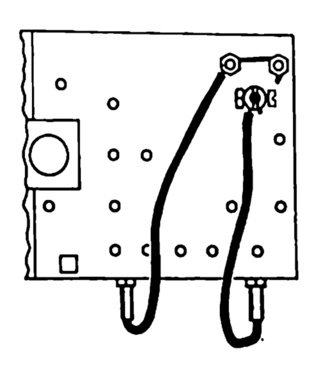
Wir bauen den Polwender so auf, wie es die Abbildungen zeigen. Die eine vom Batterieanschluß kommende Leitung wird an dem Ende, das die Schrauben 41 und 42 miteinander verbinden soll, 38 mm lang abisoliert.

Der Klemmkörper wird am Loch 31 mit untergeklemmtem Drahtende montiert, wobei sein Schlitz so stehen muß, wie es auf den Abbildungen zu sehen ist.

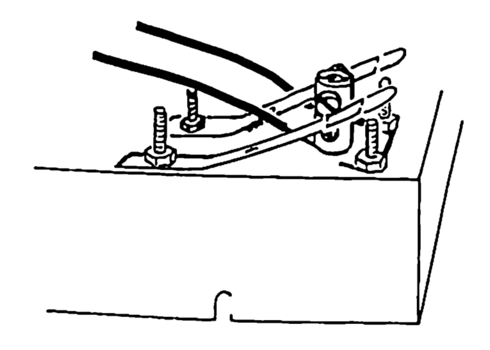


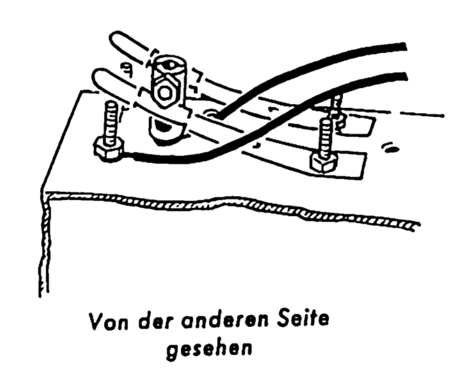
Durch das Quergewinde des Klemmkörpers wird eine Zylinderschraube geschraubt, aber nur so weit, daß auf der anderen Seite gerade eine Mutter Platz hat. Der Schraubenkopf muß etwas vom Klemmkörper abstehen.

Die beiden Schalterfedern werden wie zwei Taster (vgl. Kapitel 72) aufgebogen und mit ihren Endlöchern von je einer Schraube in Loch 11 bzw. 12 gehalten (Schrauben von unten, Muttern von oben). Auf diese beiden Schrauben werden später die Schlauchstecker der zu den Schleiffedern führenden Leitungen gesteckt. Die in Loch 11 befestigte Schalterfeder bildet so mit der in Loch 41 montierten Schraube den einen Taster, die in Loch 12 befestigte Schalterfeder mit der Schraube in Loch 42 den anderen.



Die Schalterfedern sollen so hochgebogen sein, daß sie von unten gegen Kopf bzw. Mutter der quer durch den Klemmkörper geschraubten Zylinderschraube federn, wenn sie nicht niedergedrückt werden.





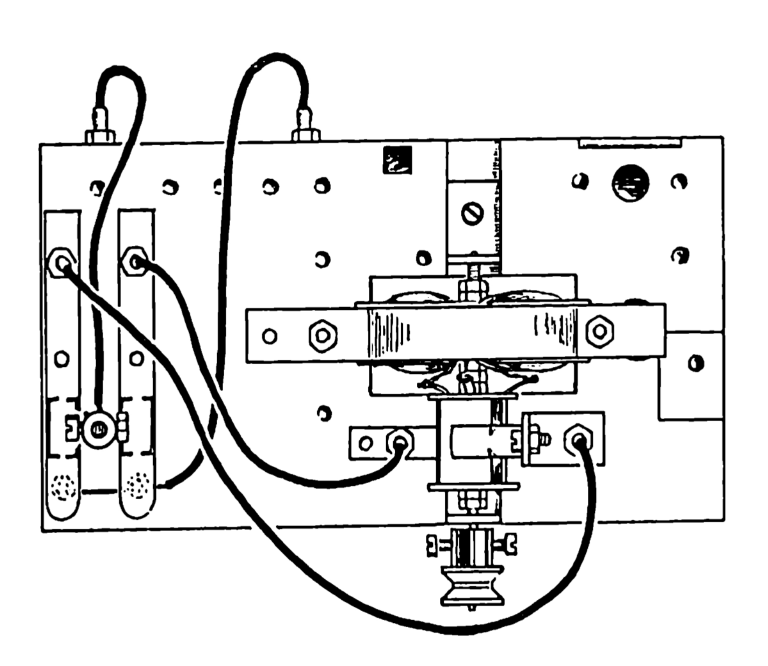
Von der anderen Seite gesehen

Dazu müssen die Schalterfedern so befestigt sein, daß sie zwar dicht am Klemmkörper vorbeiführen, ihn selbst aber nicht berühren.

118. Wir schalten mit dem Polwender um

Jetzt können wir die Batterie in die Grundplatte einsetzen. Sobald wir auf einen der beiden Taster drücken, beginnt der Motor zu laufen. Lassen wir den einen Taster los und drücken auf den anderen, hält der Motor an und beginnt entgegengesetzt zu laufen.

Du darfst aber nicht zu stark auf die Tasterfedern drücken, sonst biegen sie sich hoch und es gibt einen Kurzschluß, wenn sie dabei die Querschraube berühren, obwohl sie gedrückt sind. Die folgende Abbildung zeigt noch einmal den Gesamtaufbau von oben gesehen.



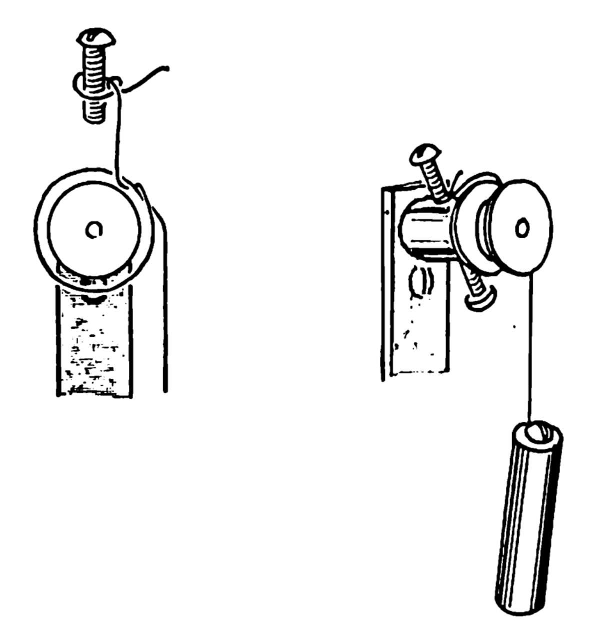
Ein winziger Tropfen Öl in die beiden Lagerstellen wirkt oft Wunder: der Motor läuft dann sehr ruhig. Aber nichts auf den Kollektor bringen!

Wenn der Motor länger läuft, bekommt der Kollektor einen schwarzen Streifen durch die Funkenbildung. Hier hat es keinen Zweck, zwischen Lamellen und Schleiffedern zu putzen. Du mußt die obere Schleiffeder zusammen mit ihrem Haltewinkel abnehmen, dann kannst du bequem an die Kollektorlamellen heran. Am besten läßt sich der Kollektor reinigen, wenn du mit der einen Hand den Anker langsam drehst, während der mit einem fleckenwassergetränkten Lappen überspannte Zeigefinger der anderen Hand die Lamellen putzt. Auch die untere Schleiffeder kannst du — wie die obere — herausnehmen und die schwarz gewordenen Berührungsstellen putzen. Vor dem Wiedereinsetzen kannst du sie wieder aufbiegen, damit sie wie neue Schleiffedern kräftig gegen den Kollektor drücken.

119. Der Lastenaufzug

Nachdem du nun mit dem Polwender die Drehrichtung des Motors beliebig und rasch nacheinander ändern kannst, verwendest du seine Antriebskraft zum Betreiben eines kleinen Aufzugs. Der Motor soll zuerst ein größeres Antriebsrad von etwa 6—8 cm betreiben. Von der Welle, auf welcher das Antriebsrad sitzt, läßt du eine

Schnur aufwickeln, die eine Last emporzieht. Nach Umschaltung des Motors wird er die Last wieder langsam herunterlassen.



Aber auch, wenn du die Mittel, solch einen kräftigen Aufzug zu bauen, nicht zur Hand hast, kannst du den Motor arbeiten lassen. Du befestigst einen Zwirnsfaden mit einem Knoten, den du um die Rille der Schnurlaufrolle zusammenziehst. Das freie Ende dieses Knotens sicherst du an der Befestigungsschraube der Schnurlaufrolle, während du das andere Ende am Eisenkern befestigst. Jetzt hebt der Motor den Eisenkern vom Fußboden auf Tischhöhe.

120. Faule und fleißige Lastenaufzüge

Eine schwere Schultasche im Laufschritt in den zweiten Stock zu tragen, erfordert Training, und du wirst wohl etwas aus der Puste sein, wenn du oben ankommst. Du kannst mit Recht sagen, daß du eine gute Leistung vollbracht hast. Wärest du dagegen die Treppe ganz gemächlich hinaufgestiegen, so wäre deine Leistung — wie bei einem Faulpelz — gering gewesen.

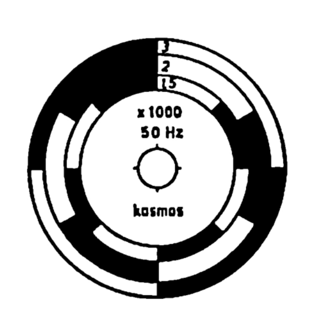
Auch in der Technik bezeichnet man es als Leistung, wenn z. B. dein Motor eine Last in einer bestimmten Zeit über einen „Weg" hochhebt. Die Leistung ist um so größer, je kürzer die Zeit bemessen ist, die für eine ganz bestimmte Arbeit gebraucht wird. Um nochmals auf das Beispiel mit der Schultasche zurückzukommen: Ob du sie im Laufschritt in den zweiten Stock beförderst oder gemächlich die Treppe hinaufsteigst, in beiden Fällen ist die geleistete Arbeit dieselbe, wenn die Tasche oben ist. Nur die Leistung war eben verschieden. Eine größere Arbeit wäre dagegen geleistet worden, wenn du zwei Schultaschen zugleich getragen hättest.

Umgekehrt kannst du sagen, daß die geleistete Arbeit um so größer ist, je länger man z. B. einen Motor mit einer bestimmten Leistung laufen läßt. Bei einem Elektromotor muß man daher nicht seine Leistungsfähigkeit, sondern die von ihm geleistete Arbeit bezahlen. Dasselbe gilt auch für andere Elektrogeräte, z. B. Glühlampen. Auch sie haben eine Leistungsfähigkeit, die in Watt oder Kilowatt (ein Kilowatt hat tausend Watt) angegeben wird. Um zu erfahren, wieviel elektrische Arbeit an das Elektrizitätswerk zu zahlen ist, braucht man nur die Kilowattzahl mit der Stundenzahl, während der die Leistung gebraucht wurde, malzunehmen. Angenommen, du hast in deinem Zimmer eine Lampe mit der Leistungsfähigkeit von 60 W (Watt)

und läßt sie 10 Stunden lang brennen. Dann hast du 600 Wattstunden oder 0,6 Kilowattstunden (kWh) Arbeit an das Elektrizitätswerk zu bezahlen. Du kannst deine Eltern ja einmal fragen, wieviel eine Kilowattstunde kostet, und am Elektrizitätszähler in eurer Wohnung ablesen, wieviel Kilowattstunden ihr in der Zeit von einem Abend bis zum nächsten Abend gebraucht habt. Weißt du übrigens, wieviel Watt deine kleine Glühlampe hat? Um es herauszufinden, brauchst du nur die Betriebsspannung (in V) mit dem Betriebsstrom (in A) malzunehmen!

121. Wir messen die Tourenzahl mit Licht

Wieviel Umdrehungen in der Minute unser Motor wohl macht? Können wir das feststellen? Natürlich. Allerdings nur abends bei Lampenlicht. Noch besser geht es allerdings beim Licht einer Leuchtstofflampe. Wir nehmen die Stroboskopscheibe aus unserem Ausschneidebogen heraus und stecken sie auf den Ansatz der Schnurlaufrolle.



Bei Tageslicht sehen wir nur eine graue Fläche, besser gesagt drei graue Ringe, wenn der Motor sich dreht.

Bei Lampenlicht erscheint manchmal auf einem der Ringe ganz matt das ursprüngliche Muster. Dazu müssen wir den Motor vom Einschalten an beobachten; denn die ursprünglichen Muster erscheinen nur bei bestimmten Drehzahlen:

Das Muster des inneren Ringes bei 1500 Umdrehungen in der Minute, das des mittleren Ringes bei 2000 und das des äußeren Ringes bei 3000 Umdrehungen in der Minute. Wenn unser Motor also nach dem Einschalten schneller und schneller läuft, erscheint zuerst das Muster des inneren Ringes und verwischt sich wieder, bis das des mittleren und schließlich des äußeren Ringes erscheint.

Wie kommt nun diese Erscheinung zustande?

Unser Lichtnetz ist nicht mit Gleichstrom gespeist, wie ihn unsere Batterie hergibt, sondern mit Wechselstrom. Das ist ein Strom, der 100mal in der Sekunde seine Richtung wechselt. Dazwischen geht das Licht kurz aus, weil der Strom ja ganz still steht, wenn er seine Flußrichtung umkehrt.

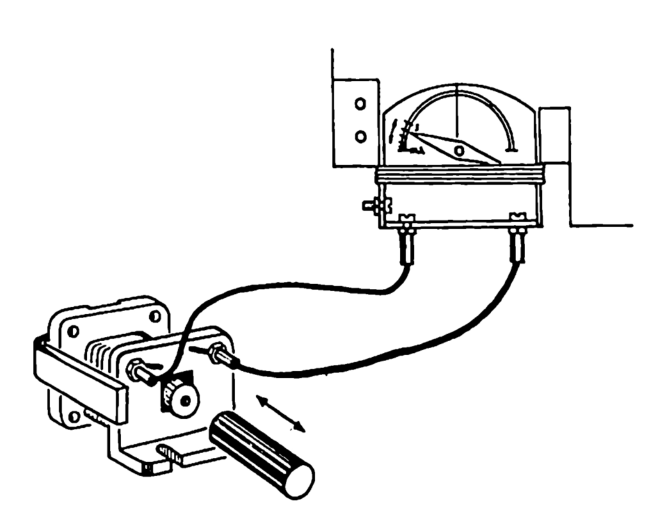
Daher kommt auch das Flimmern der Leuchtstofflampen. Bei Glühlampen merkt man es nicht so stark, weil der Glühdraht in dieser kurzen Zeit nicht ganz dunkel wird. Daher geht unsere Stroboskopscheibe bei Leuchtstofflampenlicht besser. In den Pausen ohne Licht dreht sich der schwarze Teil des Ringes weiter. Wenn es wieder hell wird, ist er dort, wo der schwarze Nachbarstreifen vorher war. Der weiße Teil des Rings wandert auch bei Dunkelheit über die Schwelle des schwarzen Teils, so daß die einzelnen Teile des Ringes immer an derselben Stelle zu stehen scheinen, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit gerade mit dem Aus- und An-

gehen des Lichtes übereinstimmen. Wenn ihr ein Fernsehgerät zu Hause habt, kannst du einmal beim Licht der Fernsehsendung beobachten, ob du die Ringteilung bei laufendem Motor siehst.

122. Jetzt weiß ich, was Wechselstrom ist

Wir wollen einmal selbst Wechselstrom erzeugen. Dazu nehmen wir unsere Spule, an der wir Jochschenkel und Eisenkern befestigen wie in Abschnitt 68. Dann setzen wir den Stabmagneten auf die Stirnseite des Eisenkerns. Die Anschlußschrauben der Spule verbinden wir mit der empfindlichen Wicklung (40½ Windungen) des Galvanometers. Wir stellen das Galvanometer so hin, daß die Nadel in Ruhestellung auf 4 mA zeigt.

Dann ziehen wir den Magneten vom Eisenkern ab. Die Nadel schlägt um einen Teilstrich aus. Wenn wir den Stabmagneten wieder auf den Eisenkern aufsetzen, schlägt die Nadel auch um einen Teilstrich aus, allerdings nach der anderen Richtung. Wenn wir das öfter hintereinander machen, pendelt die Nadel regelmäßig hin und her. Allerdings kann sie zu schnellen Wechseln nicht mehr folgen. Sie zeigt eben lieber Gleichstrom als Wechselstrom an. Denn das, was wir erzeugen, ist ein Wechselstrom, allerdings ein sehr langsamer.



Anmerkung: Die Leitung muß so lang sein, daß der Magnet nicht mehr direkt auf die Magnetnadel einwirkt. Wir können das feststellen, wenn wir den Magnet abziehen und aufsetzen, ohne die Leitung anzuschließen. Wenn sich dann die Magnetnadel nicht bewegt, ist die Entfernung für diesen Versuch groß genug.

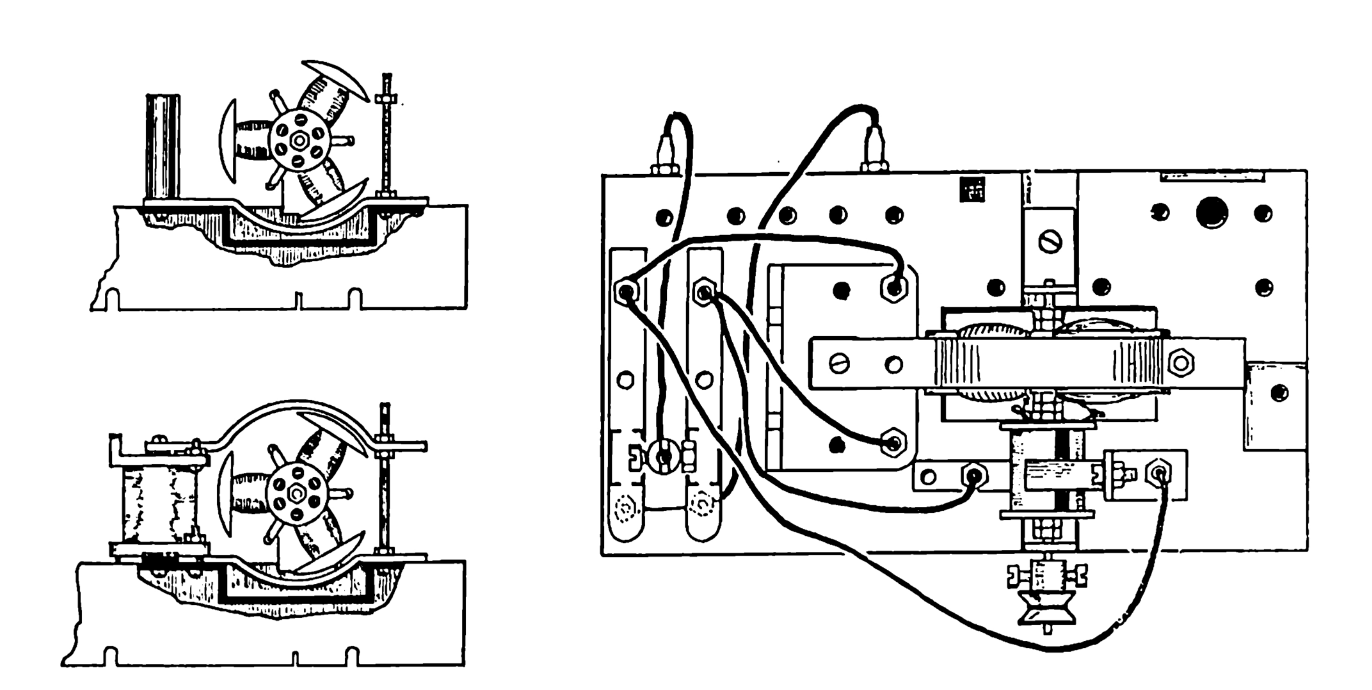
Nehmen wir die andere Seite des Stabmagneten, pendelt die Nadel auch hin und her, wenn wir ihn abziehen oder aufsetzen. Allerdings schlägt sie jetzt beim Abziehen in umgekehrter Richtung aus.

Im Elektrizitätswerk wird der Wechselstrom mit Maschinen erzeugt, die im Prinzip unserem Motor aus den Abschnitten 109/110 ähneln, jedoch keine Kollektorlamellen haben, sondern die Spulenenden an Schleifringe führen. Weil einer solchen Dynamomaschine die Umschaltung zwischen den Halbdrehungen fehlt, fließt der abgegebene Strom bei jeder halben Drehung in entgegengesetzter Richtung als vorher.

123. Motor mit Spule

Jetzt wollen wir den Motor dadurch abändern, daß wir unseren Stabmagneten durch den Elektromagneten ersetzen.

Dazu nehmen wir das obere Poleisen ab. Auf die Langschraube, neben der vorher der Stabmagnet stand, kommt eine Mutter, deren Oberkante mit dem Magnet abschließen soll. Wir müssen den Stabmagneten nämlich jetzt entfernen, und da braucht das Poleisen an dieser Seite eben einen anderen Halt. Auch die Batterie müssen wir kurz herausnehmen, damit die Unterseite der Platte zugänglich wird. Auf der anderen Seite nehmen wir die Langschraube aus Loch 25 ganz heraus. Dafür kommt von unten durch Loch 24, also daneben, eine Zylinderschraube, die das untere Poleisen halten soll. Von oben schrauben wir den Eisenkern an wie im Versuch 100.



Auf den Eisenkern stecken wir die Spule, wie die Abbildung zeigt. Die Spule wird unten mit einer Zylinderschraube an der Ecke befestigt. Diese Schraube stecken wir von unten durch Loch 15, von oben kommt eine Sechskantmutter drauf. Die Anschlüsse des Motors bleiben wie bisher. Die beiden von der Spule kommenden Anschlüsse werden unter die Muttern geklemmt, die die Schalterfedern vom Polwender halten.

Wir setzen das obere Poleisen wieder auf; an der Seite der Langschraube wird es mit einer Mutter gehalten, am Eisenkern wird es mit einer Zylinderschraube befestigt.
Jetzt können wir die Batterie wieder einsetzen und den Motor probieren.

124. Er macht nicht alles mit

Eine Überraschung erleben wir, wenn wir den Motor rückwärtslaufen lassen wollen: das macht er nicht mit!
Wir können nacheinander zuerst die eine und dann die andere Schalterfeder drücken, er läuft trotzdem immer in der gleichen Richtung.
Woher mag das wohl kommen?
Es kommt ganz einfach daher, daß wir zugleich mit dem Anker auch den Feldmagneten umpolen.
Machen wir den Versuch:

125. Jetzt läuft er nur rückwärts

Wenn wir die beiden Stecker an der Spule vertauschen, läuft er anders herum, auch wieder, wenn man den anderen Taster drückt. Noch eine zweite Möglichkeit gibt es, ihn anders herum laufen zu lassen: Wenn wir die beiden von der Schleiffeder kommenden Stecker vertauschen. Aber das war ja bisher auch so. Immer läuft er nach Vertauschen der Stecker jedoch nur in einer Richtung, welche Schalterfeder wir auch niederdrücken.

126. Eine teure Umschaltung

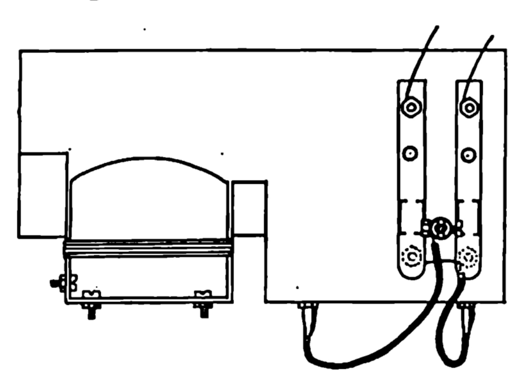
Wir können das vermeiden, wenn wir die Spule direkt an die Batterie anschließen. Dann läßt er sich wieder mit den Schalterfedern umsteuern. Aber das ist eine teure Angelegenheit; denn auch, wenn wir keine Schalterfedern niederdrücken und der Motor steht, fließt Strom durch die Spule!
Überhaupt ist der Motor mit dem Stabmagneten im Betrieb billiger; denn bei ihm bekommen wir den Magnetismus für das Feld, ohne daß Strom durch eine Spule fließen muß.
Wir bauen unseren Motor also wieder so um, wie er in den Abschnitten 114 und 118 beschrieben ist.

127. Fernschaltung

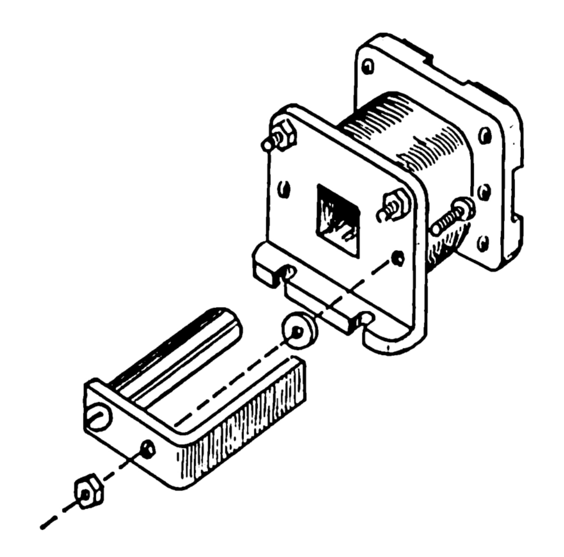
Sicher hast du schon gemerkt, daß die Löcher in der Galvanometerplatte auch den Aufbau eines Polwenders gestatten.
Wenn du den Motor zum Hochziehen von Gewichten auf den Schrank stellen willst, kannst du ihn von unten her mit dem Polwender auf der Galvanometerplatte schalten und umsteuern.
Die Löcher 67 und 69 entsprechen den Löchern 11 und 12.

Der Klemmkörper kommt dann statt in Loch 31 in das Loch 88 der Galvanometerplatte. Und schließlich entsprechen die Löcher 97 und 99 der Galvanometerplatte den Löchern 41 und 42 der Grundplatte. Du kannst dir diese Nummern der Galvanometerplatte mit Bleistift über die Nummern im Abschnitt 117 schreiben und dann den Polwender nach der dortigen Anweisung aufbauen.





Den vom Wickeln übrigen Draht kannst du als Verbindungsleitung von der Galvanometerplatte zu den Schleiffedern des Motors benutzen. Du mußt die Enden blank machen und sie unter Sechskantmuttern klemmen.

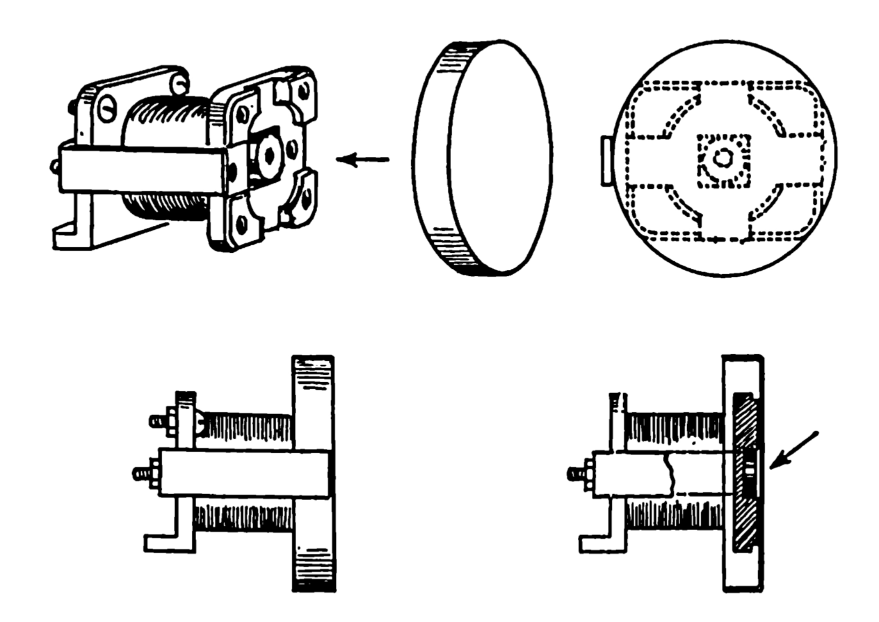


128. Wir bauen einen Kopfhörer

Du kannst den Motor ruhig aufgebaut lassen, wir machen jetzt ein paar Versuche, zu denen wir die Grundplatte mit dem Motor nach Abschnitt 114 nicht brauchen. Wir wollen nämlich den Strom in der Spule hörbar machen.

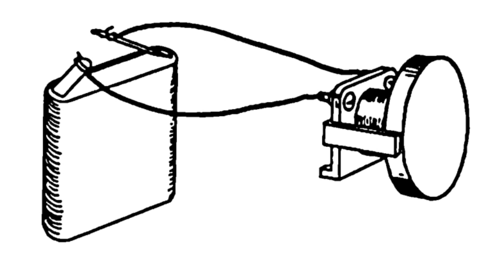
Wir nehmen die Spule und setzen den vorbereiteten Eisenkern mit Jochschenkel jetzt von der anderen Seite hinein. Ehe wir den Jochschenkel festschrauben, stecken wir zwischen Spulenkörper und Jochschenkel noch ein Pappscheibchen, damit der Eisenkern an der anderen Seite weniger herausschaut. Er soll nämlich ca. $1/4$ mm Abstand haben, wenn wir den Eisendeckel jetzt aufsetzen (Pfeil).

Der Eisendeckel paßt genau auf den Spulenkörperrand und wird außerdem noch zwischen dem Jochschenkelende und dem Spulenkörper eingeklemmt.



129. Etwas zum Knacken

Nüsse knacken, auch Rätsel knacken, das kannst du: jetzt wollen wir einmal elektrisch knacken. Wir wissen längst, daß der Elektromagnet alles anzieht, was aus Eisen ist, also auch unseren Dosendeckel. Wenn wir jetzt Strom durch die Spule schicken, wölbt sich der Dosendeckel ein wenig nach innen. Das hören wir als leichten Knack. Wenn wir den Strom wieder ausschalten, schnappt der Dosendeckel in seine alte Lage zurück, und es knackt wieder.



Diesen Knack kannst du schon hören, wenn der Hörer noch auf dem Tisch liegt.

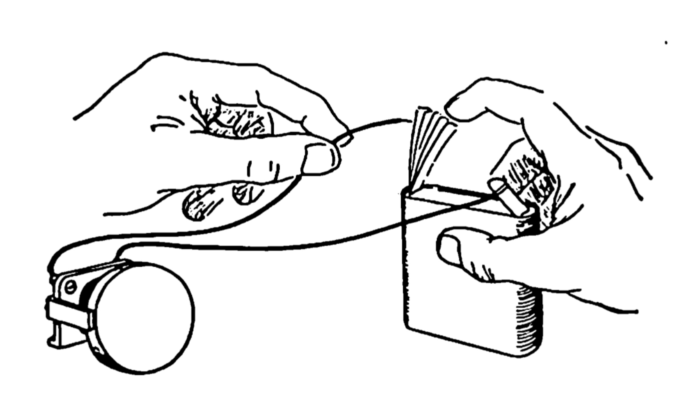
130. Wir hören unserem Motor zu

Wenn viele Stromstöße hintereinander kommen, wird der Eisendeckel, den wir als Kopfhörermembran benutzen, hin- und herschwingen, weil er immer angezogen und wieder losgelassen wird. Das hören wir dann wie einen Ton, der um so höher wird, je schneller die einzelnen Stromstöße hintereinander folgen.

Wir können ganz leicht zu solchen schnellen Stromstößen kommen, wenn wir die Enden der Leitungen, die von der Spule kommen, unter die beiden Muttern klemmen, die die Schalterfedern unseres Polwenders halten. Wenn wir jetzt unseren Motor einschalten, können wir ein Surren hören, das immer höher wird, je schneller der Motor läuft. Hierzu müssen wir den Hörer allerdings schon ans Ohr halten, denn dieser Ton würde sonst vollkommen vom Motor selbst übertönt.

131. Das surrende Blech

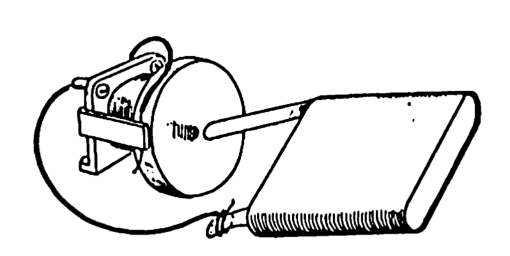
Für diesen Versuch kannst du den Hörer wieder auf den Tisch legen, denn der Ton ist sonst zu laut.
Du nimmst die Batterie in die rechte Hand. Den einen Draht vom Hörer machst du etwas länger blank und wickelst ihn um die kurze Anschlußfeder der Batterie.



Dann spannst du mit dem Zeigefinger der rechten Hand die lange Feder und läßt sie plötzlich los.
Mit der linken Hand hältst du das blanke Ende des anderen Drahtes gegen die schnarrende lange Anschlußfeder. Du hörst einen Ton im Kopfhörer. Besser hörst du ihn noch, wenn du die Batterie dabei nicht auf den Tisch stellst, sondern frei hältst.

132. Die Autohupe

Hast du auch schon darüber nachgedacht, wie es zugeht, daß man im Auto auf einen Knopf oder Ring drückt und dann aus einer Art Trompete einen lauten Ton erschallen lassen kann? Dieses elektrische Autohorn arbeitet im Prinzip wie unser Selbstunterbrecher, den wir in Abschnitt 77 als Summer kennengelernt haben.

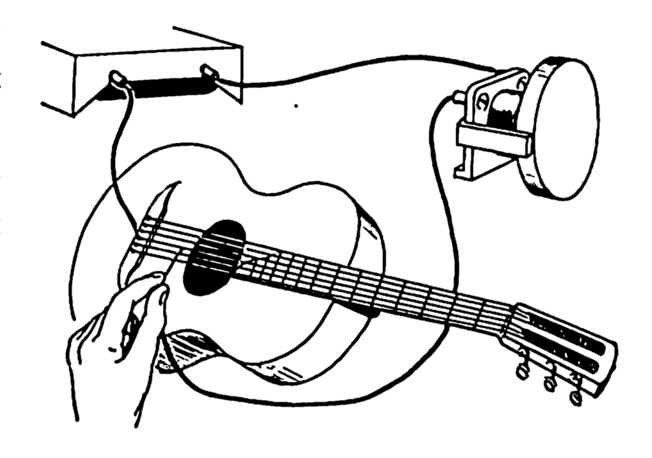


Hier ist das Membranblech des Eisendeckels gleichzeitig Unterbrecherkontakt und Anker: Wenn wir es mit der langen Feder der Batterie berühren, zirpt es. Den freien Draht müssen wir vorher allerdings mit seinem blanken Ende zwischen Eisendeckel und Jochschenkel festklemmen, wie es die Abbildung zeigt.

133. Telefon heißt Ferntöner

Du hättest wohl übersetzt „Fernsprecher", aber ich denke, man kann am Telefon auch hören, wenn jemand singt oder Violine spielt. Ich will zeigen, wie man mit unserem Apparat Töne in der Ferne hörbar machen kann, z. B. den Ton einer Gitarrensaite. Wenn eine Gitarre oder sonst ein Instrument mit Metallsaiten zur Verfügung steht, braucht man nur den einen Batteriedraht an den Befestigungspunkt der Saite anzuschließen, der andere Batteriedraht führt zur Spule. Mit dem dritten

Draht, der von der Spule kommt, berührt man die gezupfte Saite leicht, nicht weit von einem ihrer Befestigungspunkte. Dann sendet die Saite so viele Stromstöße in die Leitung, als sie selbst Schwingungen macht, und so ertönt aus dem Blech des Hörapparates der Saitenton. Der Hörapparat kann dabei in einem anderen Zimmer aufgestellt sein. Indem du bald die eine, bald die andere Saite zupfst und berührst, kannst du deinem Freund ein allerdings nur mäßig schönes Festkonzert übermitteln.



134. Übertragung von gesprochenen Tönen

Wenn du laut in eine leere Blechdose hineinsprichst und den Boden der Büchse mit dem Finger leicht berührst, wirst du feststellen, daß der Boden leicht zittert. Er ist durch den gesprochenen Ton in Schwingung geraten. Der schwingende Boden könnte ähnlich wie vorhin Stromunterbrechungen verursachen, wenn du ihn mit einem dünnen Wicklungsdraht berührst. Die so entstandenen Stromschwankungen leiten wir in den Kopfhörer, dann schwingt auch die Membran des Kopfhörers im gleichen Rhythmus der Blechdose mit, und wir hören den hineingesprochenen Ton.

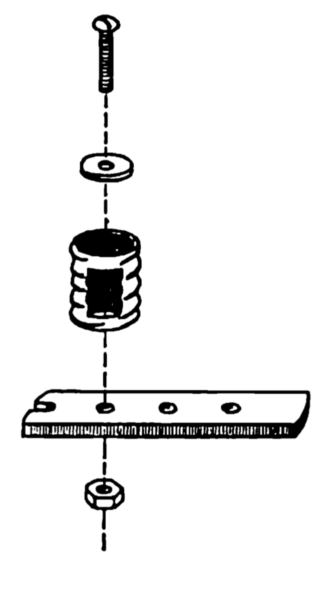
Wenn wir aber die Schallerschütterungen gesprochener Worte so in Stromschwankungen verwandeln wollen, daß sie nachher im Kopfhörer wieder als gesprochene Worte verständlich sind, müssen wir etwas in die Leitung schalten, das empfindlich genug ist, den Stromfluß schon bei so schwachen Erschütterungen zu beeinflussen, wie sie durch gesprochene Worte erzeugt werden.

Wir schicken den Strom deshalb durch einen kleinen Behälter, der mit Kohlegrieß gefüllt ist. Die auf unsere Membran treffenden Schallwellen bewegen den Stößel, der den Kohlegrieß mehr oder weniger zusammendrückt.

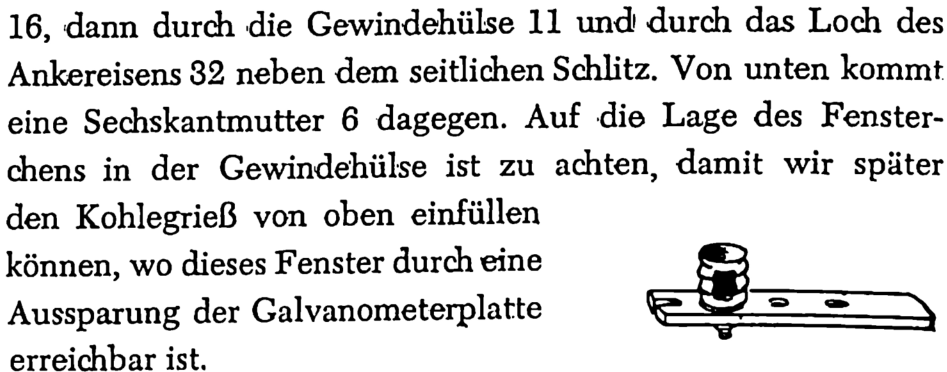
Weil der Kohlegrieß dadurch einmal dichter zusammengedrückt ist, ein anderes Mal loser im Behälter liegt, macht es dem Strom manchmal weniger, manchmal mehr Mühe, hindurchzufließen.

So eine Einrichtung, die mit einer durch Schallwellen in Schwingung geratenen Membran Stromschwankungen hervorrufen kann, nennt man Mikrofon.

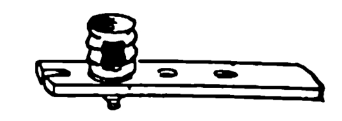
135. Wir bauen ein Mikrofon

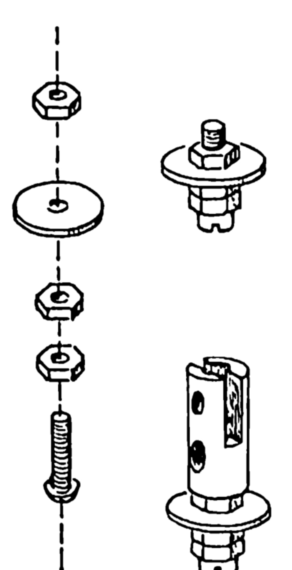


Als Behälter für den Kohlegrieß nehmen wir eine Gewindehülse 11 und versehen sie innen mit einem Boden, ähnlich wie bei der Lämpchenfassung, nur daß außen keine Pappscheibe draufkommt; denn die Gewindehülse soll leitend mit dem Ankereisen verbunden sein, an dem wir sie festschrauben.



Wir stecken eine Zylinderschraube 3 durch eine Pappscheibe 16, dann durch die Gewindehülse 11 und durch das Loch des Ankereisens 32 neben dem seitlichen Schlitz. Von unten kommt eine Sechskantmutter 6 dagegen. Auf die Lage des Fensterchens in der Gewindehülse ist zu achten, damit wir später den Kohlegrieß von oben einfüllen können, wo dieses Fenster durch eine Aussparung der Galvanometerplatte erreichbar ist.

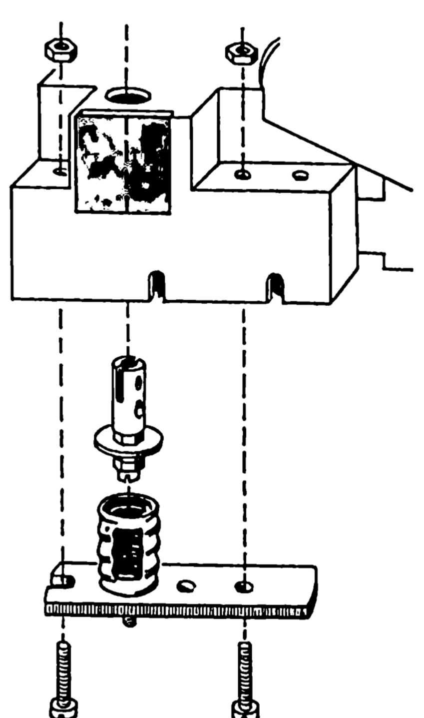




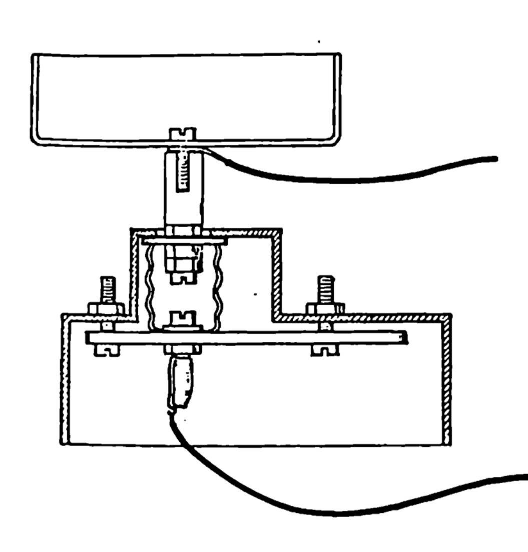
Nun wird der Stößel hergerichtet: Auf eine Zylinderschraube 3 kommen zunächst zwei Sechskantmuttern, dann die Membranscheibe 7 aus Gummi und noch eine Mutter. Aus dieser letzten Mutter schaut die Schraube nur noch ein ganz kleines Stückchen heraus, gerade genug, um den Klemmkörper 38 noch draufzuschrauben. Jetzt wird der Stößel von hinten durch das große runde Loch der Galvanometerplatte geführt, so daß der Klemmkörper vorn herausschaut. Dann wird von hinten über den Stößel die Gewindehülse gestülpt, die mit dem Ankereisen von innen an der Platte befestigt wird. Der Rand der Gewindehülse drückt die Membranscheibe fest gegen den Rand des großen Loches in der Platte. Es muß darauf geachtet werden, daß vor dem Festschrauben des Ankereisens die Mutter, auf der der Klemmkörper aufgeschraubt ist, genau in der Mitte des Loches der Galvanometerplatte steht. Wenn man den Klemmkörper bewegt, muß nach allen Seiten gleich viel Platz sein, ehe der Stößel innen an die Gewindehülse stößt.

Die beiden Schrauben, die das Ankereisen in den Löchern 51 und 71 der Galvanometerplatte halten, werden zuerst nur ganz lose angeschraubt, so daß man die

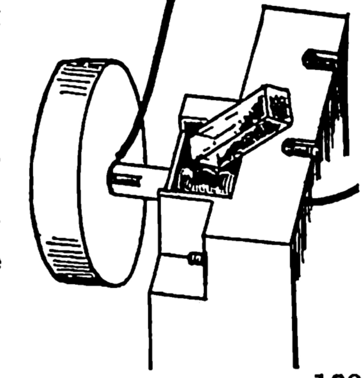
Membranscheibe noch bequem in die Mitte rücken kann. Dann müssen sie gleichmäßig angezogen werden, damit die Gewindehülse nicht schräg über dem Stößel steht. Hinten auf die Schraube, die die Gewindehülse am Ankereisen befestigt, wird die Leitung zum Kopfhörer angeschlossen. Vorn wird als Schallauffänger die Aluminiumdose mit einer Halbrundschraube aufgeschraubt. Zwischen Dose und Klemmkörper wird noch die Leitung zur Batterie geklemmt. Die Batterie wird wegen der Standfestigkeit wie beim Amperemeter in die Galvanometerplatte eingebaut.



Die untere Haltungsschraube muß dabei entfallen, weil das Mikrofon auf dieser Seitenfläche steht.
Zum Schluß wird in das Fensterchen der Gewindehülse vorsichtig der Mikrofongrieß (Kohlegrieß) aus Plastikfläschchen 22 mit rotem Deckel eingefüllt.

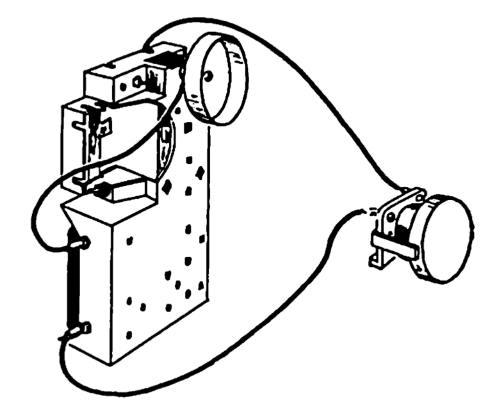


Vor dem Einfüllen legen wir ein Stück Papier unter, das wir einmal zusammengefaltet und wieder aufgeschlagen haben, damit es einen Kniff bekommt. Wenn wir aus Versehen etwas Kohlegrieß verschütten, können wir ihn so leicht wieder zurückfüllen, wie seinerzeit in Kapitel 30 die Eisenfeilspäne.
Zum Einfüllen nimmst du am besten das Plastikfläschchen zwischen Daumen und Mittelfinger der rechten Hand und klopfst mit dem Zeigefinger vorsichtig drauf, wobei du es nicht zu schräg halten darfst. Von Zeit zu Zeit klopfst du auch vorsichtig an die Aluminiumdose, damit sich der Kohlegrieß gleichmäßig in der Gewindehülse verteilen kann. Erst, wenn auch nach diesem Klopfen der Stößel ganz mit Kohlegrieß bedeckt bleibt, ist die Füllung beendet; denn es muß möglichst viel Kohlegrieß eingefüllt werden. Wenn wir das Mikrofon in Gebrauch nehmen, achten wir darauf, daß es immer aufrecht steht, damit kein Kohlegrieß verloren geht. Du kannst das Fensterchen der Gewindehülse nach dem Einfüllen natürlich auch mit einem Klebestreifen verschließen, den du vorsichtig außen um die Gewindehülse klebst.



136. Wir telefonieren

Mit dem Wickeldraht, der nach Versuch 111 übrig blieb, schließen wir jetzt den Kopfhörer an das Mikrofon und seine Batterie an, wie es nebenstehende und die vorletzte Abbildung in Versuch 135 zeigen. Wir wollen durch die geschlossene Tür ins Nebenzimmer telefonieren, weil man unmöglich feststellen kann, ob man jemanden, der im selben Zimmer spricht, direkt oder im Hörer hört.



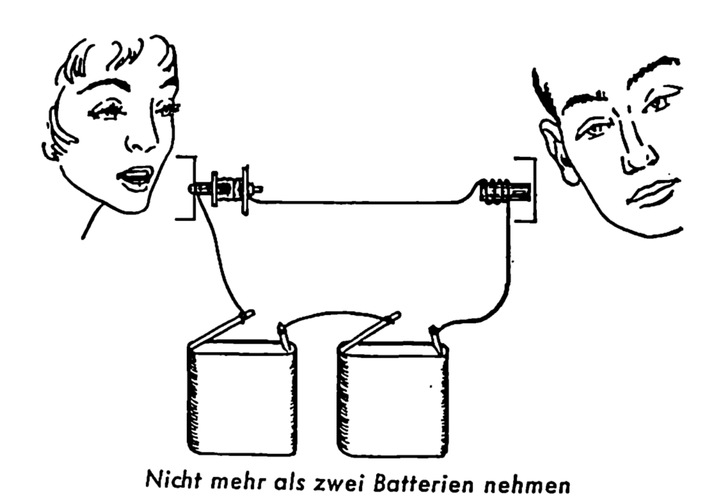
Während du nahe in die Aluminiumdose des Mikrofons hineinsprichst, hält sich dein Freund im Nebenzimmer den Kopfhörer ans Ohr. Wenn er dich nicht gleich richtig verstehen kann, mußt du leicht an die Seite der Galvanometerplatte klopfen oder sehr vorsichtig die Aluminiumdose ein klein wenig bewegen, damit sich das Kohlepulver in der Gewindehülse lockern kann.

Du wirst merken, daß das Mikrofon besser geht, wenn es eine Weile aufgebaut ist. Die Membranscheibe muß nämlich etwas Zeit haben, sich am Rand, mit dem sie eingeklemmt ist, etwas zu dehnen. Dann kann sie den Schallschwingungen leichter folgen. Wichtig ist, daß der Draht von der Aluminiumdose zur Batterie nicht straff gespannt ist, damit der Stößel sich leicht bewegen kann.

137. Noch lauter

Mit zwei Batterien geht es natürlich noch lauter. Du mußt sie aber in Serie schalten, wie der Stromlaufplan es zeigt (also die lange Anschlußfeder der einen Batterie mit der kurzen Anschlußfeder der anderen verbinden), sonst hörst du gar nichts. Die zweite Batterie kannst du ja in die Grundplatte einsetzen, damit sie sich leichter anschließen läßt. Wenn du dir eine Rolle Klingeldraht besorgst, wie er billig im Geschäft zu haben ist, kannst du auch ins übernächste Zimmer telefonieren.

Jetzt kannst du noch versuchen, die Lautstärke des Kopfhörers zu verbessern, indem du eine Schicht von der Pappscheibe ablöst, daß sie dünner wird und der Eisenkern näher an der Membran ist. Wenn du zu nahe herangehst, so daß die Membran den

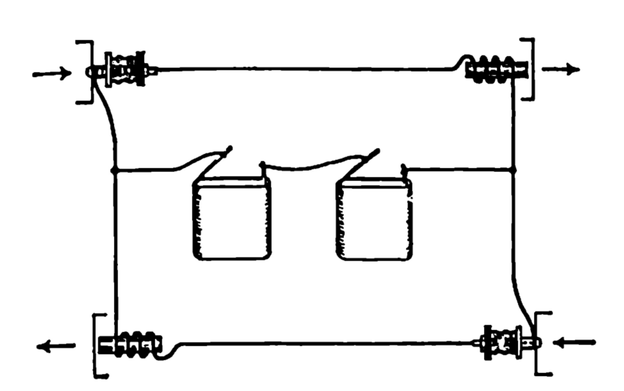


Nicht mehr als zwei Batterien nehmen

Eisenkern berührt, geht es aber wieder leiser. Du kannst den Abstand durch verschieden starkes Anziehen der Jochschenkelhaltemutter einstellen.

138. Zwei Elektromänner sprechen miteinander

Wenn dein Freund auch einen Elektromann besitzt, ist es möglich, eine richtige Telefonanlage zu bauen, die an beiden Stationen Mikrofon und Hörer hat. Hier der Stromlaufplan für eine solche Anlage.



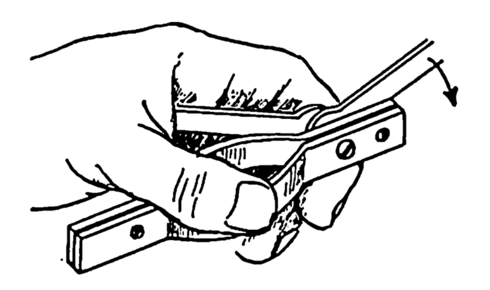
Jetzt hast du gesehen, was der Elektromann alles kann. Wenn du weitere Versuche machen willst, mußt du dich an den Radiomann halten, mit dem du ein eigenes Rundfunkgerät bauen kannst. Zu ihm gibt es noch einen Zusatzkasten für Lautsprecherempfang. Mit dem Radiomann kannst du aber nicht nur Radiomusik machen, er hat noch viele andere interessante Versuche mit Diode, Röhre und Transistor für dich bereit!

139. Elektromann kann noch mehr

Hast du schon gemerkt, daß man z. B. den Summer auch auf der Galvanometerplatte aufbauen kann? Die Spule wird dazu an den Löchern 65 und 66 befestigt, die anderen Löcher wirst du selbst dazu finden können. Du kannst auch die Galvanometerplatte als Fuß für den Morseschreiber benutzen. Hierfür eignen sich die Löcher 53 und 57, die den gleichen Abstand haben wie die Ausnehmungen an der Seitenwand der Grundplatte. Das Mikrofon läßt sich unter Benutzung der Löcher 8 und 9 auch auf der Grundplatte montieren. So kannst du noch viele Kombinationen probieren und die angegebenen Versuche weiter ausbauen.

Anhang

140. Wir bauen eine Drahtschneide- und Abisolierzange



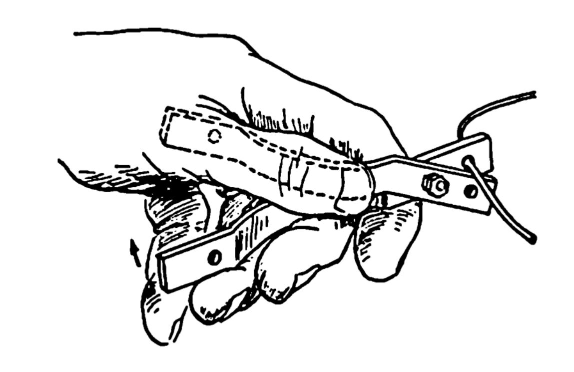
Wir legen die beiden Poleisen 42 so aufeinander, wie es die Abbildung zeigt. Dann stecken wir eine Schraube 3 durch und schrauben von der anderen Seite eine Mutter 6 mit der Hand normal fest darauf (nicht mit dem Schlüssel!).

Nun schrauben wir eine zweite Mutter darüber und ziehen diese ebenfalls mit der Hand fest an. Sie

geht nicht mehr ganz drauf, weil die Schraube etwas kurz ist, das macht aber nichts aus. Mit dem einen Gabelschlüssel halten wir die obere Mutter fest, während wir mit dem anderen Gabelschlüssel die direkt auf dem Poleisen sitzende Mutter etwas gegen den Uhrzeigersinn aufdrehen, wodurch sich die Muttern wie beim Kontern gegeneinander festsetzen. Jetzt haben wir eine Lochschere, die sich gerade zügig bewegt, ohne daß die Muttern sich lockern können. Probieren wir sie gleich aus!

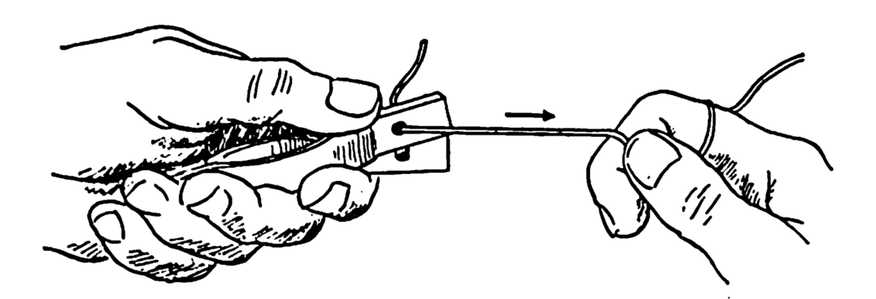
141. Wir schneiden Drähte auf Länge

Wir fädeln vom roten kunststoffüberzogenen Verbindungsdraht 47 ein kleines Stück durch das Endloch und lassen es etwas herausstehen. Jetzt drücken wir die Schere zusammen, und das erste Stück Draht ist abgeschnitten.



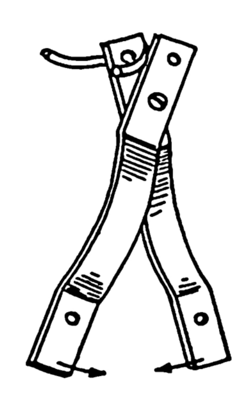
142. Abisolieren

Damit wir das Drahtende, das wir freilegen wollen, nicht aus Versehen abschneiden, nehmen wir jetzt die andere Seite der Schere und stecken den Draht durch das dort befindliche Loch. Dann drücken wir vorsichtig zusammen und ziehen den Draht heraus, wobei die Isolation an der anderen Seite herunterfällt.



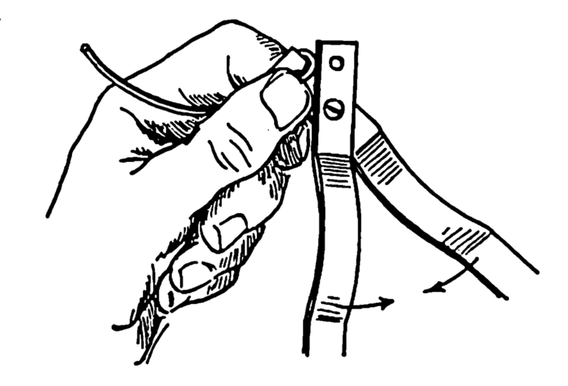
143. Isolierschlauchstücke passend für Steckverbindungen

Mit unserer Abisoliereinrichtung können wir auch Isolierschlauchstücke mit genau

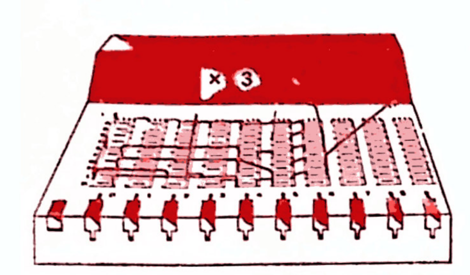


1 cm Länge abschneiden, ohne erst abmessen zu müssen. Wir legen den Schlauch ein, wie die Abbildung zeigt, und bekommen die richtige Länge.

Damit der Schlauch nicht beim Schneiden herausrutscht, halten wir ihn mit der linken Hand fest.



KOSMOS-Spielcomputer LOGIKUS



Mit dem Spielcomputer LOGIKUS können Schüler schon im frühen Alter die Grundprinzipien moderner Computer erlernen.
Nach einmaliger Montage läßt sich der Spielcomputer für die verschiedensten Aufgaben programmieren: so lernt man z. B. ein Anzeigegerät für Wettervorhersage kennen, einen einfachen Tischrechner, Schaltungen für Rätsel, Probleme und Denksportaufgaben aus Alltag und Technik, Diagnosecomputer, Intelligenztestgerät, Farbmischanzeiger und sogar einen Spielapparat im praktischen Versuch, der gegen einen Menschen spielt und meistens gewinnt. Dabei wird man mit Schaltalgebra, logischen Analysen und Verknüpfungen, mit dem Binärsystem und manchem anderen vertraut, was man zum Verständnis der Arbeitsweise von Datenverarbeitungsanlagen benötigt. Für Jugendliche und Erwachsene ist der LOGIKUS gleichermaßen geeignet. Zur Stromversorgung genügt eine gewöhnliche Taschenlampenbatterie.

Best.-Nr. 62-1511.1

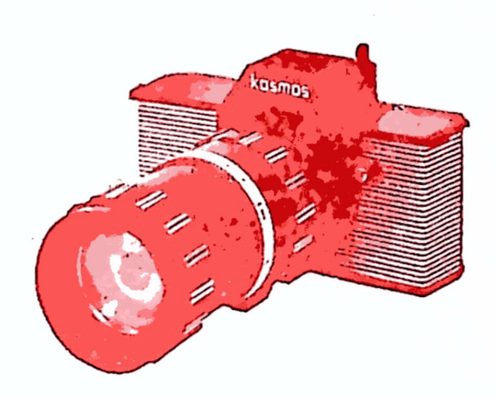
KOSMOS-ALL-CHEMIST 2000



Eine völlig neue Experimentierausrüstung, die alles enthält, was der junge Chemiker zur Durchführung von 240 spannenden, gefahrlosen Versuchen benötigt: Probiergläser, Abdampfschale, Spiritusbrenner, Trichter, Filtrierpapier, Lackmuspapier, zahlreiche Chemikalien und vieles andere mehr.
Da werden Rezepte für Wunderkerzen, Backpulver und Geheimschriften gegeben, da erzeugt man Springbrunnen im Probierglas, verbrennt Metalle, kocht Seife, untersucht Nahrungsmittel und spaltet Moleküle. Und ehe man sich versieht, weiß man eine ganze Menge über Elemente und Verbindungen, Atome und Ionen, Kristallgitter und Moleküle. Über 200 farbige Fotos und Zeichnungen des Anleitungsbuchs machen den Stoff besonders anschaulich.

Best.-Nr. 62-3511.1

KOSMOS-Lehrspielzeug OPTIKUS



Der nach modernsten Gesichtspunkten völlig neu konstruierte OPTIKUS bietet mehr als 100 Versuche von der Lupenvergrößerung bis zur Farbzerlegung im Prisma, vom einfachen Galilei-Fernrohr bis zum 6linsigen, 15fach vergrößernden Kepler-Fernrohr mit achromatischem Objektiv, farbkorrigiertem Umkehrsatz und Huygens-Okular, vom 35fach vergrößernden Taschenmikroskop bis zur funktionstüchtigen Spiegelreflexkamera mit Wechseloptik (Normal- und Teleobjektiv) für handelsüblichen Kleinbildfilm (Agfa-Rapid-System). Rasch und mühelos werden alle Geräte ohne besonderes Werkzeug nach dem leichtverständlichen, unterhaltsamen und reichbebilderten Experimentierbuch zusammengesetzt. Spielend wird man mit den Gesetzen der Optik und Fotografie vertraut gemacht, was in Schule und späterem Leben von Nutzen ist.

Best.-Nr. 62-2111.1

kosmos -
RADIO + ELEKTRONIK-SERIE



Die RADIO + ELEKTRONIK-Serie ist eine neugeschaffene Experimentierausrüstung im KOSMOtronik-System. Dieses System gestattet den Benutzern, aus elektronischen Bauteilen im Handumdrehen beliebige elektronische Schaltungen zusammenzustecken. Die Grundelemente des KOSMOtronik-Systems sind quadratische Aufbauplatten und Steckfedern. Kein Löten, keine umständliche und langwierige Vormontage lenken vom eigentlichen Experimentieren ab. Selbstverständlich wird auch kein zusätzliches Werkzeug benötigt. Jede Schaltung kann laufend ohne Schwierigkeit durch einfaches Umstecken oder durch Einstecken zusätzlicher Bauteile erweitert bzw. verändert werden.

Der Grundkasten

RADIO + ELEKTRONIK 1

führt mit insgesamt 25 interessanten Schaltungen schrittweise und im wahrsten Sinne des Wortes spielend in die Radiotechnik und Elektronik ein. Ob Transistor oder Widerstand, einfache oder komplizierte Schaltungen – alles wird mit Hilfe des ausführlichen Anleitungsbuches genauestens kennengelernt.

Best.-Nr. 62–1611.1

Der Zusatzkasten

RADIO + ELEKTRONIK 11

erlaubt zusammen mit dem Material des Grundkastens den Aufbau weiterer 11 Schaltungen, wie z. B. Störfeldsucher, Schwebungssummer oder von Außenantennen unabhängige Rundfunkempfänger. Systematisch wird das bisher erworbene Wissen erweitert.

Best.-Nr. 62–1711.1

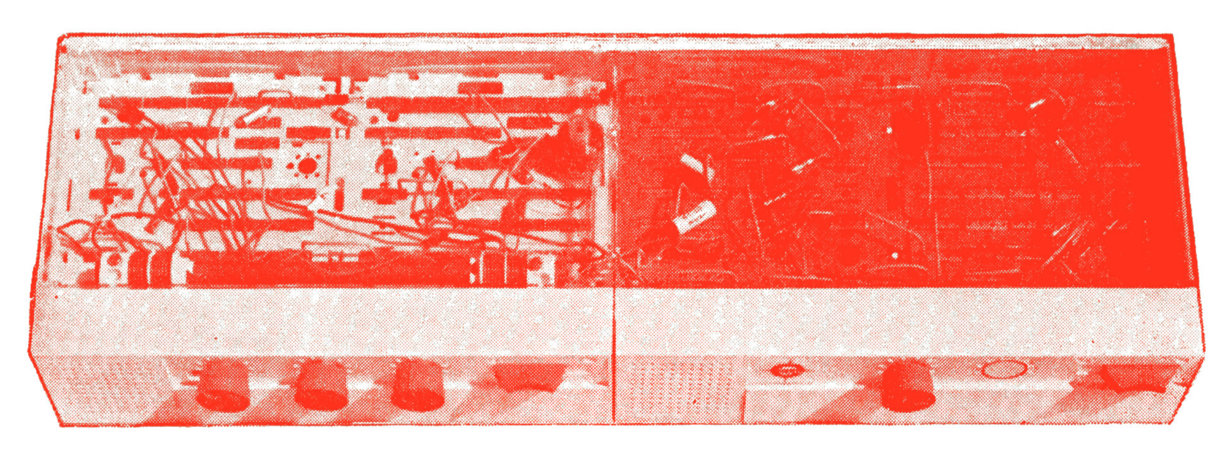
Der Zusatzkasten

RADIO + ELEKTRONIK 12

erlaubt zusammen mit dem Material des Grundkastens den Aufbau weiterer 14 Schaltungen. Was bisher im Ohrhörer wahrnehmbar war, wird jetzt bis zur Lautsprecherwiedergabe ausgebaut. Darüber hinaus ergeben sich aber noch viele interessante Versuche mehr, wie z. B. Mikrofonverstärker, Sirene, Berührungsschalter und 5-Transistor-Schaltungen.

Best.-Nr. 62–1811.1

Wer außer dem Grundkasten beide Zusatzkästen besitzt, kann mit dem Gesamtmaterial noch weitere 9 Schaltungen aufbauen, z. B. ein elektronisches Glücksspiel, einen Geräuschmelder, verschiedene 6-Transistoren-Rundfunkempfänger usw. Die Platten und Abdeckhauben ergeben zusammengesteckt ein formschönes Rundfunkgerät. Der Besitzer aller 3 Kästen kann 59 verschiedene Schaltungen aufbauen.



KOSMOS-VERLAG · 7 STUTTGART 1 · POSTFACH 640